

**PROTOTIPO DE SISTEMA PARA LA ORIENTACIÓN DE PERSONAS EN  
CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD VISUAL EN EL SISTEMA INTEGRADO DE  
TRANSPORTE PÚBLICO CON APOYO DE TECNOLOGÍA MÓVIL**

**EDWIN ARMANDO CASTRO MARTIN  
WILSON DANIEL RUSSI MORENO**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
PROGRAMA ACADÉMICO INGENIERÍA DE SISTEMAS  
BOGOTÁ  
2016**

**PROTOTIPO DE SISTEMA PARA LA ORIENTACIÓN DE PERSONAS EN  
CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD VISUAL EN EL SISTEMA INTEGRADO DE  
TRANSPORTE PÚBLICO CON APOYO DE TECNOLOGÍA MÓVIL**

**EDWIN ARMANDO CASTRO MARTIN  
710935  
WILSON DANIEL RUSSI MORENO  
720746**

**TRABAJO DE GRADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO DE SISTEMAS**

**Director:  
GILBERTO PEDRAZA GARCIA  
Ingeniero de sistemas y computación**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
PROGRAMA ACADÉMICO INGENIERÍA DE SISTEMAS  
BOGOTÁ  
2017**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá D.C., 16 de enero del 2017

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mi Familia.

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo es el resultado de los años de estudio. Agradecemos a Dios que nos dio la vida y la fortaleza para terminar este proyecto de investigación.

A nuestros padres por brindarnos su apoyo moral y financiero para culminar este primer paso.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	222
1.1 TITULO DEL PROYECTO	222
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	222
1.3 JUSTIFICACIÓN	244
1.4 OBJETIVOS	255
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	255
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	255
1.5 ALCANCES	266
1.6 LÍMITES	277
2. MARCO TEÓRICO	288
2.1 CONCEPTOS	288
2.1.1 Discapacidad visual	288
2.1.2 Sistema Integrado de Transporte Público (Sitp)	29
2.1.3 Tecnología móvil	29
2.1.4 Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM)	29
2.2 TRABAJO RELACIONADO	300
3. DISEÑO METODOLÓGICO	333
3.1 SISTEMA DE HIPÓTESIS	333
3.1.1 Hipótesis de trabajo.	333
3.1.2 Hipótesis Nula.	333
3.2 SISTEMA DE VARIABLES	333
3.2.1 Variables Dependientes	333
3.2.2 Variables Independientes	334
3.2.3 Variables Intervinientes	344
3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN	344

3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	355
3.5 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	377
4. DESARROLLO METODOLÓGICO	388
4.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE COMUNICACIÓN	388
4.2 ETAPA DE ANÁLISIS	39
4.2.1 Descripción detallada de requerimientos	400
4.2.2 Identificación de requerimientos	400
4.2.3 Especificación de requerimientos	433
4.3 ETAPA DE ARQUITECTURA	590
4.3.1 Diagrama de componentes y arquitectura general del sistema	590
4.3.2 Diagrama de despliegue	600
4.3.3 Diagrama de clases	611
4.3.4 Modelo entidad relación.	64
4.4 ETAPA DE DISEÑO	6565
4.4.1 Diagramas de procesos	65
4.4.2 Diagramas de secuencia	71
4.5 DISEÑO DETALLADO	85
4.5.1 Descripción de la Arquitectura.	85
4.5.2 Capa de presentación (Modelo de comunicación).	85
4.5.3 Descripción de componentes.	86
5. IMPLEMENTACIÓN	87
5.1 NOMBRAMIENTO DE CLASES	87
5.2 NOMBRAMIENTO DE MÉTODOS	87
5.3 NOMBRAMIENTO DE ATRIBUTOS	877
5.4 NOMBRAMIENTO DE TABLAS	88
5.5 ESTÁNDAR DE CODIFICACIÓN	88
5.5.1 Organización de archivos	888
5.5.2 Ficheros fuente Java	88
5.5.3 Comentarios de inicio	89
5.5.4 Sentencias package e import	89

5.5.5 Declaración de clases e interfaces	89
5.5.6 Indentación	91
5.5.7 Longitud de línea	91
5.5.8 Rompimiento entre líneas	91
5.5.9 Comentarios	91
5.5.10 Declaraciones	92
6. PRUEBAS	93
6.1 PRUEBAS FUNCIONALES	93
7. VALIDACIÓN	95
7.1 MÉTODO	95
7.2 CONTEXTO	95
7.3 OBJETIVO	96
7.4 VARIABLES DEPENDIENTES	96
7.5 VARIABLES INDEPENDIENTES	97
7.6 HIPÓTESIS	97
7.7 DISEÑO DEL EXPERIMENTO	98
7.8 EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO	100
7.9 ANÁLISIS DE DATOS	101
7.9.1 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	101
7.9.2 ANÁLISIS POR PREGUNTA	101
7.10 PRUEBA DE LAS HIPÓTESIS	106
7.11 RESULTADOS	107
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
8.1 CONCLUSIONES	108
8.2 RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFÍA	110
ANEXOS	112



## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Catálogo de Requerimientos Adicionales.	400
Tabla 2. Catálogo de requerimientos nos funcionales	422
Tabla 3. Caso de Uso – C001	444
Tabla 4. Caso de Uso – C002	488
Tabla 5. Caso de Uso – C003	51
Tabla 6. Caso de Uso – C004	53
Tabla 7. Caso de Uso – C005	55
Tabla 8. Caso de Uso – C006	57
Tabla 9. Declaración de clases e interfaces	89

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Modelo de Comunicación	39
Figura 2. Diagrama General Casos de Uso.	43
Figura 3. Arquitectura General del sistema	600
Figura 4. Diagrama de despliegue	60
Figura 5. Diagrama de Clases	61
Figura 6. Modelo entidad relación	64
Figura 7. Obtener Dirección Actual	66
Figura 8. Capturar Dirección Destino.	67
Figura 9. Obtener paradero más cercano	68
Figura 10. Generar Trayecto a Pie	69
Figura 11. Generar Trayecto SITP	70
Figura 12. Exitosa de la ubicación actual por medio de intérprete de voz	72
Figura 13. Obtención de la ubicación actual por medio de GPS	73
Figura 14. Obtención de la ubicación por medio del intérprete de voz	74
Figura 15. Dirección Destino.	75
Figura 16. Error capturar dirección destino	76
Figura 17. Paradero Cercano	77
Figura 18. Obtener paradero cercano.	78
Figura 19. Trayecto a pie al paradero inicial	79
Figura 20. Fallo trayecto a pie al paradero inicial	80
Figura 21. Trayecto a pie al paradero Destino	81
Figura 22. Fallo trayecto a pie al paradero Destino	82
Figura 23. Trayecto (SITP)	83
Figura 24. Fallo Generar Trayecto (SITP)	84
Figura 1. CP-001-Ejecutar Aplicación	93
Figura 26. Nivel de función visual	101

Figura 27. Resultado de la encuesta que resuelve el problema de desplazamiento	102
Figura 28. Resultado de la encuesta indicando la independencia y autonomía del desplazamiento	102
Figura 29. Resultado de encuesta que visualizan el comportamiento de las indicaciones	103
Figura 30. Resultado encuesta acerca de la presentación de problemas al ingresar información	103
Figura 31. Resultado encuesta expectativas comparativas	104
Figura 32. Resultado encuesta interacción con la aplicación	107
Figura 33. Resultado encuesta costo de los equipos	105
Figura 34. Resultado encuesta acerca del costo de la aplicación	105
Figura 35. Resultado encuesta acerca de la cantidad de aplicaciones para discapacidad visual	105
Figura 36. Plan de trabajo	114
Figura 37. Diagrama de Grant	116
Figura 38. Diagrama de flujo metodología de investigación	117

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. VALOR DEL PROYECTO	112
ANEXO B. RECURSOS DE SOFTWARE	113
ANEXO C. PLAN DE TRABAJO	114
ANEXO D. RECURSOS DEL PROYECTO	115
ANEXO E. CRONOGRAMA	116
ANEXO F. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	117

## GLOSARIO

**ACCESIBILIDAD:** es el grado en el que todas las personas pueden utilizar un objeto, visitar un lugar o acceder a un servicio, independientemente de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas.

**ALIMENTADOR:** sirve para movilizarse desde y hacia zonas aledañas a los portales y estaciones intermedias del sistema Transmilenio.

**ANDROID:** es un sistema operativo orientado a dispositivos móviles, basado en una versión modificada del núcleo Linux.

**API:** acrónimo del inglés (Application Programming Interface) que significa interface de programación de aplicaciones, es el conjunto de funciones y procedimientos o métodos.

**APP:** una app es una aplicación informática, local o de Internet, que permite una interacción con la misma por parte del usuario que se la descarga.

**DISPOSITIVO:** es un aparato o mecanismo que desarrolla determinadas acciones.

**HARDWARE:** conjunto de unidades físicas, circuitos y dispositivos que componen un sistema informático.

**HINDI:** lengua indoeuropea descendiente del sánscrito usada en la India.

**HIPÓTESIS:** se establece provisionalmente como base de una investigación que puede confirmar o negar la validez de aquella.

**IMPLEMENTAR:** poner en funcionamiento, aplicar métodos, medidas, etc., para llevar algo a cabo.

**JDBC:** acrónimo del inglés (Java Database Connectivity), es una API que permite la ejecución de operaciones sobre bases de datos desde el lenguaje de programación Java.

**JPA:** acrónimo del inglés (Java Persistence Api), es la API de persistencia desarrollada para la plataforma Java EE.

**LENGUAJE:** Lenguaje de programación que pretende imitar el método utilizado científicamente para formar modelos. Tres propiedades fundamentales caracterizan este tipo de lenguajes: combinación de estructuras de datos con funciones dedicadas a la manipulación de datos, creación de una jerarquía de clases y polimorfismo.

**LIBRERÍA:** es un conjunto de implementaciones funcionales, codificadas en un lenguaje de programación.

**PRECONDICIÓN:** es una condición que ha de satisfacerse justo antes del comienzo de la ejecución de una porción de código (normalmente un subprograma o método).

**POSTCONDICIONES:** es una condición o predicado lógico que siempre debe cumplirse justamente después de la ejecución de una sección de código o de una operación (especificación formal). Las postcondiciones se prueban a veces mediante aserciones incluidas en el código.

**PROTOTIPO:** son una representación limitada de un producto, permite a las partes probarlo en situaciones reales o explorar su uso.

**RESTFUL:** es una arquitectura de software para sistemas hipermedia.

**RUTA:** camino o dirección que se toma para un propósito.

**SITP:** acrónimo del español (Sistema Integrado de Transporte Publico).

**SMARTPHONE:** significa teléfono inteligente. Como tal, smartphone es una palabra del inglés que se compone de los vocablos smart, que traduce "inteligente", y phone, 'teléfono'.

**SOFTWARE:** conjunto de programas que pueden ser ejecutados en un ordenador.

**TECNOLOGÍA:** conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico.

**TOUCHSCREEN:** pantalla sensible al tacto. Se basa en la utilización de rayos infrarrojos. Cuando el usuario toca la pantalla, genera una señal electrónica; el software interpreta la señal y realiza la operación solicitada.

**TEXTTOSPEECH:** es una librería de Android utilizada para sintetizar texto.

**TRANSMILENIO:** es el sistema de transporte masivo de la ciudad de Bogotá y el municipio de Soacha, Cundinamarca. Es el mayor sistema de transporte masivo de Colombia.

**TRAYECTO:** Espacio que se recorre o puede recorrerse de un punto a otro.

**UML:** acrónimo de Lenguaje Unificado de Modelado, el cual es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad.

**VARIABLE:** nombre asignado a un dato que puede ser leído, alterado o controlado y puede tomar distintos valores durante el tratamiento de una información y ejecución de un programa.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación propone un prototipo de sistema para la orientación de personas en condición de discapacidad visual, con el fin de promover la inclusión social de este sector de la población en el sistema integrado de transporte público de la capital. Esta inclusión se realizó mediante el uso de una tecnología móvil ya que el desarrollo tecnológico y el fácil acceso a la tecnología Android, ayudará a que las personas en condición de discapacidad visual obtengan esta aplicación y puedan movilizarse sin problema dentro del sistema de transporte público. En cuanto al análisis meramente objetivo, no se contemplaron posibles fallas subjetivas como el comportamiento humano, que pueden alterar y dificultar la facilidad de acceso al sistema de las personas de este grupo poblacional.

Este proyecto se desarrolló teniendo en cuenta que se han presentado diversos cambios en el transporte público de la ciudad de Bogotá D.C., con la implementación del SITP (Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá), el cual ocasiona dificultades para la orientación de la población en condición de discapacidad visual que se moviliza a diario en la ciudad. Estas dificultades afectaron en principio su independencia ya que los vehículos no recogen personas en cualquier punto de la ciudad sino en paraderos específicos, y el sistema de nomenclatura implementado para paraderos y rutas no tiene en cuenta las limitaciones propias de personas con esta condición.

De esta forma el proyecto pretende ofrecer una alternativa o modelo de comunicación entre el usuario y el SITP, que ayudará a las personas en condición de discapacidad a acceder y movilizarse en el sistema con autonomía y asertividad. Para ello se desarrolló una aplicación que ofrece respuestas de guía al usuario, pues ésta desde su ubicación actual, ingresa una dirección de la ciudad de Bogotá D.C., que lo guiará mediante voz al punto o paradero más cercano donde puede acceder a la ruta que le servirá para su destino final, mediante un sintetizador de voz incorporado en el sistema operativo Android. Esta aplicación cumple con la mayoría de expectativas de los usuarios de acuerdo a las pruebas piloto realizadas, con los criterios de funcionalidad, facilidad de uso y accesibilidad.

**Palabras clave.** Aplicación, discapacidad visual, intérprete, modelo, prototipo, sintetizador, Android, inclusión social, tecnología móvil, SITP.



## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Bogotá D. C., ha tenido un inminente aumento en su densidad poblacional, así como en metros cuadrados construidos. Este aumento de construcciones y de densidad poblacional se concentra alrededor o cerca de los principales corredores viales de la ciudad como son la calle 80, la Avenida el Dorado y las Américas. Debido a la demanda de soluciones de movilidad, los gobiernos distrital y nacional se han enfocado en ampliar y mejorar los medios de transporte masivo urbano. Estos esfuerzos dieron como resultado diversos cambios en el transporte público de la ciudad de Bogotá D.C., como son la eliminación de rutas del servicio de buses tradicionales y la implementación del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP).

Este sistema de transporte integrado al Transmilenio ofrece una atractiva solución de movilidad mediante nuevos esquemas de rutas troncales, urbanas, alimentadoras, complementarias y especiales. Esta nueva estructura permite una mejor organización y eficiencia de los recursos involucrados para el desarrollo de dicha política pública, además, genera valor agregado con nuevos paraderos y así fomenta en la ciudadanía la apropiación de la cultura social y ciudadana, implementada en la alcaldía del Dr. Antanas Mokus, así mismo, *“el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) para Bogotá D.C., supone un avance en calidad del servicio al pasajero, reducción del conflicto con el tráfico vehicular, mejora en las condiciones ambientales, entre otros beneficios”*<sup>1</sup>, sin embargo, no se contempló la inclusión social integral de sectores poblacionales con necesidades especiales que desde los gobiernos, se debe garantizar mediante las diferentes políticas de focalización pública.

Teniendo en cuenta estos aspectos, el cambio del transporte público tradicional al nuevo sistema integrado de transporte público trae implicaciones a la ciudadanía en general derivadas de la organización del nuevo sistema tales como la implementación de tarjetas para acceder al sistema para no manejar dinero en efectivo y el conocimiento de las rutas y paraderos con la nomenclatura ideada para tal fin. Esta situación en particular afecta a la población con discapacidad

---

<sup>1</sup>URAZÁN Bonells, Carlos Felipe; VELANDIA Durán, Edder Alexander, 2012, Consideraciones sobre el esquema del Sistema Integrado de Transporte Público para Bogotá D.C.

visual, debido a que ahora se hace obligatorio el uso de los paraderos para abordar o descender de los buses. La desaparición gradual de rutas tradicionales ya conocidas por los usuarios y la aparición de nuevas rutas, conlleva a que los usuarios con discapacidad visual deban aprender los nuevos recorridos, horarios y paraderos. Esta nueva situación afecta la movilidad y orientación de la población con discapacidad visual al momento de transitar por la ciudad, ya sea para llegar a un paradero o para tomar una ruta para llegar al destino escogido.

*“Se ha identificado que existen deficiencias en el sistema de transporte de la ciudad de Bogotá. Se ha notado que la falta de soluciones en este ámbito no se vincula necesariamente a un contexto tecnológico insuficiente, sino a una falta de interés en solucionar estos problemas”<sup>2</sup>*, esto se evidencia en la implementación del nuevo sistema de transporte SITP ya que aunque realizó notables cambios en la estructura y organización del transporte en la ciudad de Bogotá, no tuvo en cuenta la implementación de tecnologías suficientes que permitan a poblaciones con necesidades especiales como la población con discapacidad visual acceder al SITP de forma natural; brindándoles la oportunidad de tener independencia y autonomía al moverse.

La ausencia de sintetizadores de voz en la mayoría de buses del sistema masivo y la ausencia total de sintetizadores en el transporte integrado SITP, genera en la población con discapacidad visual dificultades para ubicarse durante los trayectos que realizan mientras se movilizan por la ciudad. Del mismo modo, la ausencia de apoyos que guíen a las personas pertenecientes a esta población en los diferentes paraderos donde pudieran abordar el servicio, generó en el grupo de investigación la iniciativa para el desarrollo de un modelo de comunicación que permita una interacción verbal entre el usuario y el sistema integrado de transporte, mediante una aplicación con base en el uso del sintetizador e intérprete de voz. Este sistema permite al usuario por medio de instrucciones, interactuar con el dispositivo al mismo tiempo que el sistema da una respuesta por medio de un sintetizador de voz. De esta forma, la población de personas en condición de discapacidad visual podrá transitar por la ciudad utilizando el sistema integrado de transporte público con autonomía e independencia gracias a la tecnología móvil.

---

<sup>2</sup>RUIZ, Nicolás Manuel; ACOSTA CANO, Víctor Manuel Ruiz & Acosta Cano, 2012

El modelo de comunicación planteado le permite a una persona con discapacidad visual mediante el uso de las TICS interactuar con las aplicaciones móviles de forma similar a una conversación, esto permite mejorar la accesibilidad mediante el uso de las aplicaciones diseñadas especialmente para las necesidades de este grupo poblacional. Se establece como norte del proyecto modelar, diseñar e implementar un prototipo para dispositivos móviles con sistema operativo Android que tiene uso masivo en nuestro país, para permitir su uso a la mayor cantidad posible de población en condición de discapacidad visual.

Se realizó la implementación de un prototipo con el nombre clave “Lazarillo” que incluye un conjunto de funcionalidades, herramientas y tecnologías utilizadas para permitir una interacción eficaz entre el usuario con discapacidad visual y un dispositivo móvil por medio de comandos de voz. Este prototipo permite a los usuarios dictar información y comandos a la aplicación para que ésta la procese y resuelva las respectivas solicitudes dando la respuesta por medio de un sintetizador de voz.

Como estrategia de validación de la propuesta se empleó un instrumento de validación dirigido a un grupo focal de personas en condición de discapacidad visual. Este instrumento utilizó un enfoque para evaluación de tecnología TAM (Technology Acceptance Model), basado en la valoración de la facilidad de uso, usabilidad, accesibilidad y calidad de la solución informática propuesta.

Una vez se implementaron y validaron los requerimientos básicos para el prototipo mediante el instrumento dirigido a un grupo focal, así como la elaboración de un análisis con base en la observación de la experiencia de movilización de personas en condición de discapacidad en el SITP; se determinaron los alcances y limitaciones de la problemática tratada. Esto permitió al grupo investigador realizar el planteamiento, levantamiento de requerimientos, modelación, diseño e implementación del prototipo que contó con las funciones básicas de una comunicación por voz entre un usuario y el sistema, teniendo en cuenta los estándares de programación de codificación en java, SQL y Android.

La primera sección (01) del presente documento presenta el planteamiento del problema a resolver. El grupo de investigación se cuestiona sobre las necesidades de las personas en condición de discapacidad visual para moverse en la ciudad. El documento enumera las condiciones actuales de la ciudad con respecto al tema de investigación, las posibles fallas de marcado que existen y la solución viable para garantizar el apoyo del desarrollo de esta tecnología con el fin de aportar

dentro de las políticas públicas de focalización que atacan o intentan disminuir la desigualdad dentro de la población.

La segunda sección (02), presenta la fundamentación teórica del proyecto, que permitió desarrollar el prototipo de acuerdo a las condiciones tecnológicas disponibles y escoger la tecnología más viable para potenciar la accesibilidad y demás análisis teóricos que se depuraron mediante el análisis de casos y la práctica en campo.

La sección tercera (03) presenta el diseño metodológico de la investigación. Se establece la observación y el desarrollo experimental como elementos fundamentales de trabajo y se definen los instrumentos de recolección de información y fuentes bibliográficas para ajustar la aplicación a las necesidades de la población. También se establecen los criterios de elaboración y análisis de la base de datos e integración que garantizan que la aplicación efectúe adecuadamente la búsqueda de las rutas; cuando el usuario haga preguntas sobre los destinos escogidos y permita que ésta con facilidad le indiquen cómo debe movilizarse para llegar a ese objetivo.

Las secciones cuarta (04) y quinta (05) describen el desarrollo metodológico en cascada escogido para el desarrollo del prototipo, ya que el equipo investigador establece que es el proceso más dinámico para cumplir los requerimientos de la población objetivo establecidos en el capítulo 01. De igual manera muestra la información recolectada en la prueba del prototipo a partir de la observación y la experiencia del entorno de estudio (SITP). Esta información se contrasta con las necesidades de la población objetivo en referencia a la problemática establecida, el levantamiento de requerimientos, modelación, diseño e implementación del prototipo.

Las secciones sexta (06) y séptima (07), presentan las pruebas diseñadas e implementadas con sus respectivas validaciones así como la categorización de la información presentada y su análisis, que permitió el desarrollo del prototipo y que éste funcione correctamente así como las experiencias sobre su uso en la práctica en campo.

En la sección octava (08) se efectuó el análisis de los datos recogidos, para completar la materialización del prototipo. En la sección novena (09) se presentan los resultados obtenidos en la aplicación de todos los aspectos formales y

sustanciales que se establecieron para la ejecución del proyecto, estableciendo sus alcances y limitaciones.

Por último, las secciones décima (10), décimo primera (11) y décimo segunda (13) presentan al lector las recomendaciones del grupo investigador para la implementación masiva de la aplicación establecidas en el desarrollo del proyecto, las referencias bibliográficas utilizadas en el análisis de datos, recolección de información y demás argumentación investigativa contemplada en el presente documento y las conclusiones que resultaron en el desarrollo del proyecto.

## 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1 TITULO DEL PROYECTO

Prototipo de sistema para la orientación de personas en condición de discapacidad visual en el sistema integrado de transporte público con apoyo de tecnología móvil

### 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La entrada en vigencia del Sistema Integrado De Transporte Público (SITP), puso de manifiesto las dificultades para movilizarse de usuarios con necesidades especiales como aquellos que tienen algún tipo de discapacidad visual. Este sector poblacional se ve afectado notablemente por el cambio del sistema debido a los cambios realizados en rutas, paraderos, tipos de buses, formas de pago, tarifas, etc.

Estos cambios en la movilidad de la ciudad, han evidenciado la necesidad de implementar sistemas de discriminación positiva como lo son la implementación de sintetizadores de voz en los buses urbanos del SITP, así como la falta de uso continuo de los mismos en algunos buses de Transmilenio y alimentadores. Esta situación se evidencia en una evaluación de alternativas de accesibilidad para los usuarios del SITP: *“un 23.96% de los principales problemas en transporte público colectivo y masivo se evidencia en el trayecto hasta la parada o estación y un 42.2% en la parada o estación para usuarios con discapacidad auditiva/visual para un total del 66,15% el otro porcentaje equivale a los problemas de movilidad debido escalones de los vehículos*<sup>3</sup>. Esta situación aumenta la problemática de la población en condición de discapacidad, así como a sus familiares y cuidadores

---

<sup>3</sup> Unión Temporal INTRA - Moviconsult, 2012, Diseño y Evaluación de Alternativas de Accesibilidad para los Usuarios del SITP en Condición de Discapacidad, Bogotá D.C.

en referencia a su orientación e independencia en la cotidianidad del uso del sistema público de transporte de la capital.

Pensando en la implementación de las tecnologías de la información y la comunicación (TICS) como una alternativa barata y eficaz para dar solución a la problemática detectada, se realizó una indagación en diferentes tiendas de aplicaciones de dispositivos Android, IOS y Windows phone, sin encontrar aplicaciones que estén enfocadas en apoyar y dar soluciones de movilidad en el sistema de transporte público a este sector poblacional en la ciudad de Bogotá; de una forma autónoma, independiente y segura.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Construir una aplicación para apoyar a las personas en condición de discapacidad visual es una forma de discriminación positiva que permite a quienes tienen esta condición y a sus familiares y cuidadores; una inclusión desde sus particularidades en condiciones de equidad, que les permita movilizarse dentro del sistema con autonomía, seguridad y eficacia. La utilización de una aplicación en un teléfono inteligente (Smartphone) busca que el usuario con necesidades especiales pueda movilizarse por las diferentes opciones de recorrido, teniendo en cuenta su ubicación actual y el destino al que desea llegar, ofreciendo distintas alternativas de rutas e indicando el paradero más cercano para ingresar al sistema, al igual que informar el costo correspondiente.

Se espera con este proyecto contribuir a la inclusión en condiciones de equidad de este sector poblacional al sistema integrado de transporte con la ayuda de la tecnología móvil, mediante el desarrollo de una aplicación que sea de fácil uso, con respuestas correctas y en corto tiempo de acuerdo a las necesidades de los usuarios y a los parámetros establecidos por el SITP.

En referencia a los beneficios del desarrollo del proyecto, se evidencia como beneficio social la inclusión positiva en medio de la diversidad ya que se brinda a la población con algún tipo de discapacidad visual, independencia, autonomía y seguridad al momento de usar el sistema integrado de transporte público (SITP). El beneficio académico del proyecto está enfocado en resolver un problema de optimización en el proceso de movilización del usuario por medio del Sistema Integrado De Transporte proporcionando rutas óptimas para su desplazamiento a la población en condición de discapacidad visual, tiempo que se explotan las diferentes rutas del SITP.



## **1.4 OBJETIVOS**

**1.4.1 OBJETIVO GENERAL.** Definir un modelo de comunicación que les permita a las personas con algún tipo de discapacidad visual, acceder y transitar en el Sistema Integrado de transporte público con ayuda de tecnología móvil.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Proponer un modelo de comunicación que permita al usuario con algún tipo de discapacidad visual interactuar con tecnología móvil.
- Diseñar y desarrollar una aplicación móvil que permita a las personas en condición de discapacidad visual guiarse por medio del SITP, brindándoles cierto nivel de autonomía e independencia.
- Modelar el sistema de rutas, paraderos y transbordos del SITP en la actualidad.
- Implementar una aplicación móvil para el sistema operativo Android.
- Realizar validaciones de usabilidad, facilidad de uso y accesibilidad con el prototipo de aplicación móvil.

## **1.5 ALCANCES**

- Desarrollar una herramienta de fácil uso para personas con discapacidad visual, de tal modo que los usuarios puedan adaptarse rápidamente a su uso, haciéndolo lo más natural posible.
- Garantizar una interacción continua del sistema con el usuario.
- Guiar a la población con discapacidad visual a la hora de movilizarse por el SITP.
- Indicar a la población con discapacidad visual, las rutas que puede tomar para llegar a un destino seleccionado.
- El prototipo estará enfatizado en la generación de trayectos óptimos, partiendo de la ubicación actual del usuario y la ubicación de destino, para así generar una o varias rutas.

## **1.6 LÍMITES**

La aplicación será desarrollada únicamente para dispositivos móviles con sistema operativo Android, siendo así ésta no estará disponible para equipos de escritorios y tecnologías que no cuenten con GPS u otro sistema operativo. Del mismo modo para garantizar su funcionamiento es necesario que el dispositivo cuente con acceso a datos, debido a que el sistema utiliza servicios externos.

Teniendo en cuenta los anteriores aspectos el prototipo estará sujeto a la precisión brindada por los sistemas de posicionamiento global del teléfono (GPS) y las direcciones establecidas actualmente por el servicio Google Maps.

La parametrización de las rutas y la ubicación de los paraderos dependen de la información otorgada de la fuente Transmilenio S.A

## 2 MARCO TEÓRICO

El presente proyecto tiene como base el uso de tecnologías como lo son el intérprete y sintetizador de voz integrado en los smartphones. Para ello es preciso abordar algunos conceptos.

### 2.1 CONCEPTOS

**2.1.1 Discapacidad visual.** De acuerdo al National Eye Institute se considera discapacidad visual *“una deficiencia visual no corregible por anteojos, lentes de contacto medicamentos o cirugía que interfiere con la capacidad para realizar actividades cotidianas”*<sup>4</sup>. Esta discapacidad está clasificada según su nivel de función y, para el 2006, la clasificación internacional de enfermedades las subdivide en cuatro niveles.

- Visión normal.
- Discapacidad visual moderada.
- Discapacidad visual grave.
- Ceguera.

Las discapacidades visuales moderadas y graves se agrupan comúnmente bajo el término “baja visión”, de forma tal que la baja visión y la ceguera conjuntamente representan el total de casos de discapacidad visual. Esta información se encuentra disponible en la página oficial de la Organización Mundial de la Salud<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup>NATIONAL EYE INSTITUTE (NEI). Low Vision; 2014; disponible en: <https://www.nei.nih.gov/>  
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. Visual impairment and blindness; 2014; disponible en: <http://www.who.int/en/>

### **2.1.2 Sistema Integrado de Transporte Público (Sitp)**

Cuando se habla del SITP se está hablando de la reestructuración del transporte en la ciudad de Bogotá que busca mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, optimizando los niveles de servicio para viajes que se realizan en la ciudad.

La implementación del SITP se ha estado realizando de forma gradual y controlada de tal forma que los ciudadanos se acostumbren y aprendan a utilizar el sistema, a fin de conseguir un transporte más organizado seguro y asequible.

**2.1.3 Tecnología móvil.** La tecnología móvil hace referencia al acceso de tecnologías y aplicaciones de forma portable e inalámbrica por medio de un dispositivo como smartphones, tablets o laptops.

**2.1.4 Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM).** Modelo diseñado para realizar medidas evaluadoras de la calidad de los sistemas de información y de su ajuste a los requerimientos de las tareas a ejecutar. Es utilizado para hacer predicciones de aceptación y uso de nuevas tecnologías, y se adapta a las necesidades de las investigaciones sobre sistemas de información. Es de fácil administración y permite la comparación sin complicaciones de diferentes sistemas de información.

El modelo TAM sostiene que la actitud hacia el uso de un sistema de informaciones tiene como premisa dos variables antecedentes (la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida del sistema), esta definición tiene como base la información tomada del artículo de estudio comparado de las estimaciones de dos versiones del modelo de aceptación de la tecnología (TAM) mediante los programas amos y PLS<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup>LÓPEZ BONILLA, L. M. López Bonilla, J. M. Estudio Comparado De Las Estimaciones De Dos Versiones Del Modelo De Aceptación De La Tecnología (Tam) Mediante Los Progamas Amos Y Pls.

## 2.2 TRABAJO RELACIONADO

Las aplicaciones móviles numeradas a continuación, están enfocadas en apoyar a las personas en condición de discapacidad visual interactuando de diferentes formas por medio del dispositivo y apoyándolas en una necesidad específica.

- **OnTheBus.** Es una aplicación asequible que guía desde un punto de origen a un punto de destino, haciendo uso del transporte metropolitano y brindando rutas óptimas a elegir, tiempos de espera de bus, guía a farmacias cercanas y petición de taxi. La interacción se realiza por medio de funciones táctiles y síntesis de voz, en este caso la propuesta del proyecto tiene como base un modelo de comunicación donde el usuario interactúa por medio de comandos de voz.

Esta aplicación ha sido desarrollada por *“MASS Factory, una Spin-Off del grupo GABITAP (Grupo de Aplicaciones Biomédicas y Tecnologías para la Autonomía Personal) de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Barcelona”*<sup>7</sup>.

- **Le Chal.** Es un sistema implementado en uno de los zapatos el cual por medio de vibraciones guía al usuario a su destino. El sistema fue creado por:

Anirudh Sharma se llama “Le Chal”, en hindi, que traducido al inglés sería “Take Me There” y está pensado principalmente para ayudar a los usuarios a encontrar su camino en lugares geográficos específicos, aunque también les ayuda a evitar posibles colisiones durante su camino. Sharma diseñó el primer prototipo en enero, mientras asistía a un taller de innovación en la ciudad india de Pune<sup>8</sup>.

- **B-Touch.** Es un teléfono que cuenta con una pantalla braille, sistema de reconocimiento de voz y cámaras, tiene funciones de lectura de libros,

---

<sup>7</sup> MASS FACTORY. App móvil OnTheBus; 2012; [https:// www.appandtown.com](https://www.appandtown.com).

<sup>8</sup> GEEKANDTECH. Crean el primer sistema de navegación GPS para invidentes en unos zapatos.; 2011; disponible en: <http://www.geekandtech.com/2011/10/crean-el-primer-sistema-de-navegacion-gps-para-invidentes-en-unos-zapatos>)

navegación por internet, reconocimiento de objetos. *“Diseñado por Zhenwei You, el B-Touch es un teléfono que explora las características que debería tener un touchscreen para no videntes”*<sup>9</sup>.

Al indagar se encontraron diferentes aplicaciones móviles enfocadas en el sistema masivo de transporte (Transmilenio), las cuales permiten a los usuarios conocer los horarios, tarifas y rutas, que recorren los diferentes articulados, biarticulados y alimentadores existentes en el sistema Transmilenio, al igual que sus diferentes paraderos, estaciones y portales.

En un artículo realizado por José Luis Peñarredonda el día 4 de abril del 2012 para el sitio web de la revista Enter, con el título “No se vuelva a perder en Transmilenio con estas ‘apps’ para Android”, se nombran tres aplicaciones las cuales han tenido bastante acogida por los usuarios de dispositivos móviles que cuentan con un sistema operativo Android.

A continuación, se describen las diferentes características de cada una de las aplicaciones mencionadas en el artículo, las cuales fueron tomadas de la tienda de aplicación Google Play.

- **Rutas Transmilenio.** Estas características corresponden a la versión 3.4 de la aplicación realizada el día 1 de octubre 2012, desarrollada por Tuxerito.
  - Lista de estaciones.
  - Lista de buses.
  - Lista de buses que paren en una estación seleccionada.
  - Información de rutas en operación a partir de la hora.
  - Lista de estaciones en las que pare un bus seleccionado.
  - Filtrado de estación y bus para hacer más rápida la búsqueda.
  - Información de la estación seleccionada (Localidad, ubicación, número de buses que paran y servicios que tiene la estación (Alimentadores, baños, biblioteca, bicicletero y Puntos de Atención al usuario PAU)).

---

<sup>9</sup>YANKO DESIGN. Touchphone For The Blind 2012; disponible en: <http://www.yankodesign.com/tag/b-touch-innovative-mobile-touchphone-for-the-blind-by-zhenwei-you>

- Información del bus seleccionado, (Número de paradas y horarios de circulación de lunes a domingo y días festivos).
  - Lista de alimentadores.
  - Paradas de los alimentadores.
  - Mapa del sistema desde el que se puede seleccionar una estación y ver los buses que paran.
  - Valor de la tarifa hora pico y valle dependiendo la hora
- **TransmiBog.** Esta aplicación Accede a la información de rutas, estaciones, zonas, horarios y todos los índices de recorridos del sistema de Transporte Transmilenio y encuentra las últimas noticias de Transmilenio y de Movilidad Bogotá. También es posible visualizar el mapa y el esquemático de Transmilenio. La aplicación ofrece una versión Pro, con la función para encontrar tu ruta o rutas adecuadas a tu recorrido indicando el origen y destino.

Esta aplicación se encuentra en la versión 3.0 su última actualización fue el día 31 junio del 2012, desarrollada por Vinxmobile.

- **Busca Ruta Transmilenio Bogotá.** En esta aplicación encontraran las siguientes soluciones de información.

Nos dice cuáles son las rutas que nos mueven entre dos estaciones. Incluyendo casos de transbordo en una estación intermedia.

- Consultar Rutas.
- Consultar Estaciones.
- Interfaz completamente Touch.
- Incluye días festivos.
- No necesita paquete de datos. Cuenta con un algoritmo que se ejecuta de forma independiente a la red.



### 3 DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1 SISTEMA DE HIPÓTESIS

- 3.1.1 Hipótesis de trabajo.** Al culminar el prototipo, se garantizará que sea útil, accesible y de fácil manejo para la población con discapacidad visual, así lograr un nivel de conformidad en la población al interactuar con la aplicación en el momento que es guiado en el Sistema Integrado de transporte público.
- 3.1.2 Hipótesis Nula.** Los usuarios con algún tipo de discapacidad visual tendrán dificultades al momento de interactuar con la aplicación y con el sistema Integrado de transporte público, lo cual puede llegar confundirlos acerca el funcionamiento de la aplicación y del SITP.

#### 3.2 SISTEMA DE VARIABLES

##### 3.2.1 Variables Dependientes

- **Usabilidad.** El grado en el cual una persona con discapacidad visual cree que el uso de la herramienta Lazarillo podría mejorar su desempeño en el acceso y movilidad dentro del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) en la ciudad de Bogotá.
- **Accesibilidad.** El grado en el que una persona con discapacidad visual puede acceder a esta tecnología.
- **Precisión.** Evalúa la exactitud del trayecto generado y la guía que recibió el usuario por parte del prototipo durante el mismo.

##### 3.2.2 Variables Independientes

- Sexo.

- Edad.

### **3.2.3 Variables Intervinientes**

- Duración del trayecto.
- Distancia.
- Valor (Económico).
- Cambio de Bus.
- Rutas.
- Paraderos.
- Estaciones.
- Portales.
- Ceguera total.
- Ceguera parcial.

## **3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para el desarrollo del proyecto se realiza un análisis a partir de la observación y la experiencia del entorno de estudio (SITP) determinando la problemática tratada en este proyecto a su vez permitirá realizar la modelación de un prototipo funcional.

La investigación está dada a la implementación de un modelo y un algoritmo de trazado de rutas, que permiten que una persona con algún tipo de discapacidad visual interactúe con la tecnología móvil, al mismo tiempo que es guiado en el sistema integrado de transporte público, para esto se desarrollaron las funcionalidades necesarias que permiten la iteración de un usuario con el dispositivo por medio de mensajes de voz.

Para realizar los procesos de trazado de rutas, costos y tiempo de trayecto. Se plantea utilizar el algoritmo de búsqueda A\* (A estrella o A asterisco), ya que por sus características de búsqueda es el más fiable y útil para este caso, donde se quiere mostrar los tres trayectos más cortos para llegar a un destino definido por el usuario.

Se construye una base de datos que contenga las siguientes tablas:

- Buses.
- Rutas.
- Horarios.
- Paraderos.
- Estaciones.
- Portales.

### 3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación utilizado para este proyecto está basado en el modelo de “Congruencia Metodológica” esto con el fin de desarrollar un esquema por etapas, el cual le permite al grupo, identificar el problema, análisis previo del sistema, identificación de factores que se involucren en el sistema, análisis de la información y aplicación de las pruebas (pruebas que se explican sección siete (07), diseño y ejecución de pruebas) en campo que se realizarán para ajustar posibles fallas del desarrollo, con el fin de estructurar una aplicación móvil exclusiva para personas en condición de discapacidad visual, hasta terminar con los requerimientos del software, este modelo fue tomado teniendo en cuenta la información encontrada en el artículo “Modelo de investigación, aplicado en el desarrollo de software. Caso de estudio en instituciones públicas de educación superior, Saltillo, Coahuila México”<sup>10</sup>, escrito que plantea una propuesta en la cual, los autores se han dado a la tarea, de llevar a los estudiantes de licenciatura, del desarrollo de software a la investigación, a través de un modelo de investigación adecuado para los programas de estudio de Ingeniería en Sistemas de Información y Tecnologías de Información. Con la siguiente propuesta los autores hacen un empate, al aplicar la etapa de planteamiento del problema del Modelo de Congruencia Metodológica a los modelos de desarrollo de software en la etapa de Análisis (determinación de requerimientos y especificaciones) El software que se desarrolle debe de contener todos los factores de las variables de estudio, los cuales provienen del planteamiento del problema que se reflejan en la tabla y

---

<sup>10</sup>Modelo de investigación, aplicado en el desarrollo software. Caso de estudio en instituciones publicas de educación superior, Saltillo, Coahuila México, 2008

cuadro de congruencia metodológica. Siendo esto la parte medular para modelar un proyecto de investigación.

Lo anterior, se explicará en un anexo en donde se compartirá el diagrama correspondiente.

Para este proyecto se contará con las etapas en el orden que se visualiza en el diagrama.

- **Descripción del modelo de comunicación.** En esta actividad se realiza una comparación entre una aplicación guiada por interfaz gráfica y el prototipo guiado por síntesis de voz, el resultado de este proceso será un cuadro comparativo y diagramas de contexto.
- **Descripción detallada del requerimiento.** En esta actividad se realiza una descripción del objetivo general, características y restricciones que el sistema debe tener, con el fin de definir correctamente las operaciones o funciones puntuales que debe realizar la aplicación, el resultado de este proceso es un documento de especificación de requerimientos y casos de uso.
- **Planteamiento de la arquitectura.** Es una actividad donde se selecciona y diseña con base en objetivos y restricciones, el resultado de este proceso será un documento de arquitectura donde se definirán los modelos y diagramas que representarán el sistema.
- **Verificación de requisitos de infraestructura.** En esta etapa se definirán los elementos de hardware necesarios para satisfacer las necesidades encontradas en la actividad de levantamiento de requerimientos, el resultado de esta actividad será una lista de requisitos que debe cumplir el Smartphone para el funcionamiento de la aplicación.
- **Análisis y diseño del software.** En esta etapa se definirán y especificarán todas las estructuras detalladas que darán solución a cada uno de los requerimientos encontrados en la etapa de levantamiento de requerimientos, el resultado de este proceso será un documento de Análisis y diseño de software.
- **Desarrollo de la solución.** En esta actividad se da inicio a la materialización de lo planteado en el documento de factibilidad, el resultado de esta actividad

será la aplicación que da solución al problema al que se enfrenta esta población de personas.

- **Pruebas.** Es una serie de actividades donde se revisara que la aplicación cumpla con lo descrito en el documento de factibilidad al igual que su correcto funcionamiento, para lo cual se realizaran pruebas unitarias en las cuales se prueban las funcionalidades individualmente con el fin de evaluar el correcto funcionamiento de cada componente, así mismo se realizaran pruebas funcionales con el fin de revisar el correcto funcionamiento del prototipo y que cumpla las necesidades especificadas, el resultado de esta actividad será un informe de pruebas.

### **3.5 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Como principales técnicas de recolección de información y partiendo del diagnóstico apoyado en el paradigma del pensamiento sistémico se acude al levantamiento de datos utilizando instrumentos tales como encuestas realizadas a personas en condición de discapacidad visual, lo cual nos permita analizar el beneficio que tiene la aplicación en esta comunidad.

## **4 DESARROLLO METODOLÓGICO**

Para la elaboración de la solución del prototipo se tomó como base la metodología de desarrollo en cascada y se realizaron las siguientes fases.

### **4.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE COMUNICACIÓN**

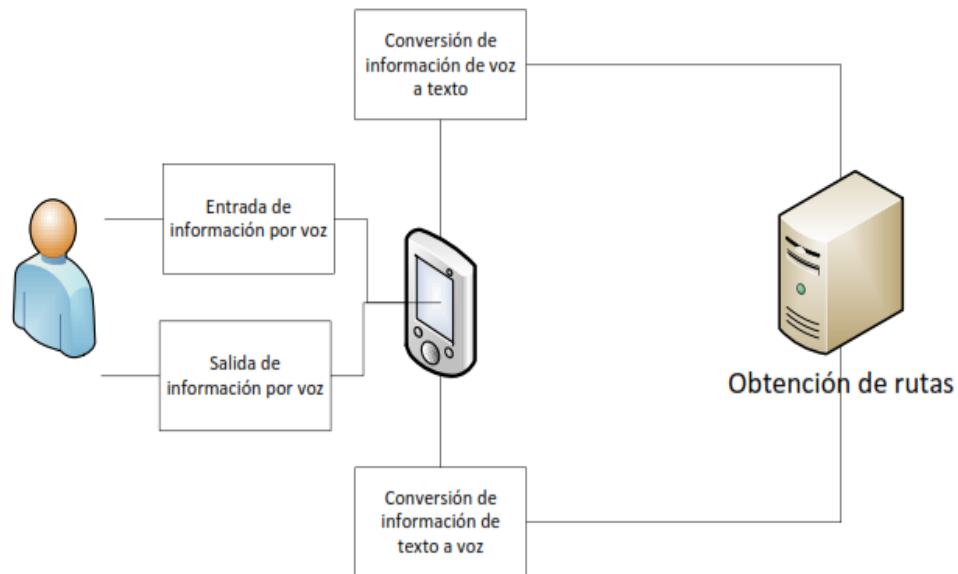
El siguiente modelo de comunicación describe la interacción que tiene el usuario con el teléfono inteligente y a su vez como este interacciona con el sistema de la siguiente forma.

El usuario es el encargado de ingresar la información necesaria para que el sistema calcule la ruta, esto lo hace por medio de entradas de voz.

El teléfono móvil contiene la aplicación que se encarga de interpretar las entradas ingresadas por el usuario y las convierte a texto enviando esta información como parámetro al servicio “Obtención de Rutas”, de la misma forma convierte la respuesta del servicio a voz.

Obtención de rutas es un servicio web que se encarga de realizar las operaciones necesarias para obtener la ruta correspondiente al destino definido por el usuario.

**Figura 2.** Modelo de Comunicación



**Fuente:** Autores

El objetivo del modelo de comunicación es sustituir satisfactoriamente el uso de la interfaz gráfica de usuario por una interfaz basada en audio.

Durante esta etapa se realizó un análisis del cómo debe funcionar una aplicación móvil que interactúe con una persona con discapacidad visual por medio del sintetizador e intérprete de voz, de igual forma se realizó un comparativo con aplicaciones que funcionan con interface gráfica. El análisis arrojó que las aplicaciones de las personas en condición de discapacidad deberán funcionar utilizando un sintetizador de voz para que sirva de guía al usuario.

Con el fin de apoyar y guiar a las personas en condición de discapacidad visual de cualquier grado así mismo la aplicación retroalimenta al usuario con la información correspondiente por medio de un sintetizador de voz. Como anexo se compartirá el diagrama que explicará con claridad el modelo de comunicación propuesto para el desarrollo de la presente tesis.

## **4.2 ETAPA DE ANÁLISIS**

Durante esta etapa se realizó un análisis detallado del proyecto dando como resultado: un plan de riesgos en el cual se indican los diferentes riesgos que

pueden presentarse en el proyecto a diferentes niveles como técnico, externo, organizacional y de administración del proyecto.

De igual modo se obtuvo la definición de requerimientos, especificación de módulos funcionales y actores del sistema.

**4.2.1 Descripción detallada de requerimientos.** Este proyecto tiene como objetivo guiar a los usuarios con discapacidad visual por medio del Sistema Integrado de transporte público informándoles de forma sencilla, rápida y eficiente, las nuevas rutas, buses y trayectos contemplados para el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) en la ciudad de Bogotá.

#### 4.2.2 Identificación de requerimientos

- **Requerimientos funcionales:** El levantamiento de requerimientos se realizó de acuerdo a las necesidades planteadas por el asesor de parte del INCI y lo evidenciado en el trabajo relacionado encontrado. Teniendo esto encuentra se plantean los siguientes requerimientos funcionales los cuales permitirán realizar el trazado de rutas en el sistema integrado de transporte público.

**Tabla 1.** Catálogo de Requerimientos Adicionales.<sup>11</sup>

COD	NOMBRE	Actor	Entrada	Salida	DESCRIPCIÓN
R1.	Obtener paradero más cercano.	Usuario con discapacidad. Interprete de Voz. GPS.	Dirección ubicación Inicial.	Dirección paradero cercano	Se requiere crear una funcionalidad que permita obtener la dirección del paradero más cercano dada

<sup>11</sup>CATALOGO DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES



					una ubicación inicial.
<b>R2.</b>	<b>Generar trayecto (SITP).</b>		Paraderos Origen y Destino	Trayecto	Se requiere crear una funcionalidad que genere la trayectoria más corta en base a los paraderos origen y destino.  Esta funcionalidad debe definir cuál es el trayecto con menor cantidad de transbordos.
<b>R3.</b>	<b>Generar trayecto a pie.</b>	Dirección Origen. Paradero Inicial. Dirección Destino. Paradero Destino.	Paraderos Origen y Destino. Direcciones ubicación Inicial y final.	Trayecto a pie	Se requiere crear una funcionalidad que genere el trayecto a pie desde la ubicación origen al paradero origen y del paradero destino a la dirección destino.

**Fuente:** Autores

- **Requerimientos no funcionales**

Con el fin de satisfacer las necesidades de comunicación entre el usuario y sistema, se plantean los siguientes requerimientos no funcionales.

**Tabla 2.** Catálogo de requerimientos nos funcionales

<b>CÓDIGO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>R1</b>	<b>Facilidad de uso</b>	<p>Con el fin de realizar un correcto funcionamiento de un sistema basado en voz, se deben definir unas primitivas o palabras clave que permitan un alto nivel de consistencia o entendimiento en la ejecución de cualquier aplicación que interactué por medio de comandos de voz con el usuario.</p> <p>1. Se definirán los siguientes comandos de voz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ir a.</li> <li>• Buscar.</li> <li>• Donde estoy.</li> <li>• Sí.</li> <li>• No.</li> <li>• Verificar dirección.</li> <li>• Cancelar recorrido.</li> <li>• Cambiar destino o cambiar dirección de destino.</li> <li>• Cerrar aplicación o salir de aplicación.</li> <li>• Siguiente parada o siguiente transbordo.</li> </ul>
<b>R2</b>	<b>Comunicación.</b>	<p>Se requiere un sistema de comunicación que por medio de un intérprete de voz y un sintetizador de voz interactúe con un usuario con discapacidad visual sustituyendo así la interfaz gráfica.</p> <p>Esto con el fin de recibir e interpretar las primitivas ingresadas por el usuario por medio de un intérprete de voz.</p> <p>Y retroalimentar al usuario por medio del sintetizador de voz.</p>

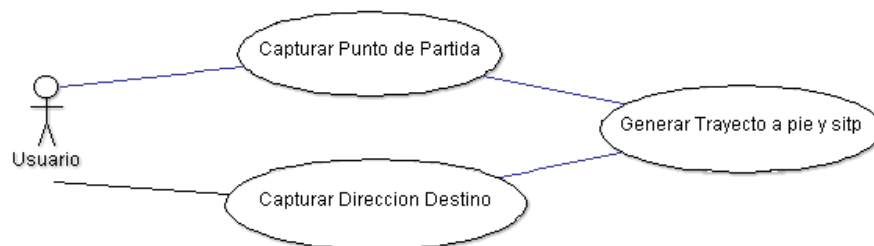
<b>R3</b>	<b>Escalabilidad</b>	Se requiere que el prototipo sea diseñado de tal manera que pueda adaptarse fácilmente al crecimiento del sistema integrado de transporte público sin afectar el rendimiento de la aplicación.  Esto con el fin de poder agregar nuevos sistemas, rutas, paraderos, estaciones y portales que se integren al SITP en el transcurso del tiempo
<b>R4</b>	<b>Accesibilidad</b>	La aplicación fue creada para su uso gratuita entre la población de personas en condición de discapacidad.
<b>R5</b>	<b>Usabilidad</b>	Esta aplicación fortalece la capacidad de resolver los problemas de desplazamiento en el sistema integrado de transporte público generando e independencia y autonomía al usuario
<b>R6</b>	<b>Distribución geográfica</b>	La aplicación podrá ser utilizada a nivel nacional ya que posee la funcionalidad para utilizar los mapas correspondientes a la ubicación geográfica.
<b>R7</b>	<b>Persistencia</b>	El uso de la persistencia debe ser transparente para el usuario (no participa en el proceso)

**Fuente:** Autores

### 4.2.3 Especificación de requerimientos

La siguiente figura es un diagrama general del modelo de casos de uso donde se observa sus funcionalidades y actores.

**Figura 3.** Diagrama General Casos de Uso.



**Fuente:** Autores

Los siguientes casos de uso describen la secuencia de interacciones que se desarrollarán entre el sistema y sus actores, (aplicación del SITP- “Sistema” y personas en condición de discapacidad visual- “Actor”), en respuesta a un evento que se inicia con la interacción del actor sobre el propio sistema o parte que quiera corroborarse como finalizada y lista para usarse.

Así mismo se consideran GPS e intérprete de voz actores debido a que son aplicaciones externas a la aplicación en desarrollo.

- El siguiente caso de uso describe el cómo se realiza la captura de la ubicación actual del usuario, con el fin de comprobar el funcionamiento de GPS dentro de la aplicación Android que se desarrolla en conjunto con el presente trabajo, para eso se utilizó un modelo de casos de uso que es una descripción de los pasos o actividades que deberán realizarse para garantizar el funcionamiento y/o éxito del desarrollo, en este caso el usuario, persona con discapacidad participará en este caso de uso y será el actor “principal”, pues su interacción satisfactoria permitirá avanzar con la finalización de la aplicación móvil.

**Tabla 3.** Caso de Uso – C001

REFERENCIA CASO DE USO: CASO DE USO – C001	
<b>NIVEL</b>	Alto
<b>Nombre</b>	Capturar Punto de Partida del Usuario
<b>Actor(es)</b>	Usuario con discapacidad visual, GPS e Intérprete de Voz.
<b>Descripción</b>	Obtener y capturar la dirección de la ubicación actual del usuario por medio de GPS o por medio del intérprete de voz.
<b>Precondiciones</b>	Estar ubicado dentro de los límites de operación del SITP.
<b>Postcondiciones</b>	La ubicación inicial es correcta
<b>ENTRADA</b>	<b>SALIDA</b>
Evento de inicio	Dirección Ubicación Actual
Dirección Actual	
<b>ACCIÓN DE LOS ACTORES</b>	<b>RESPUESTA DEL SISTEMA</b>

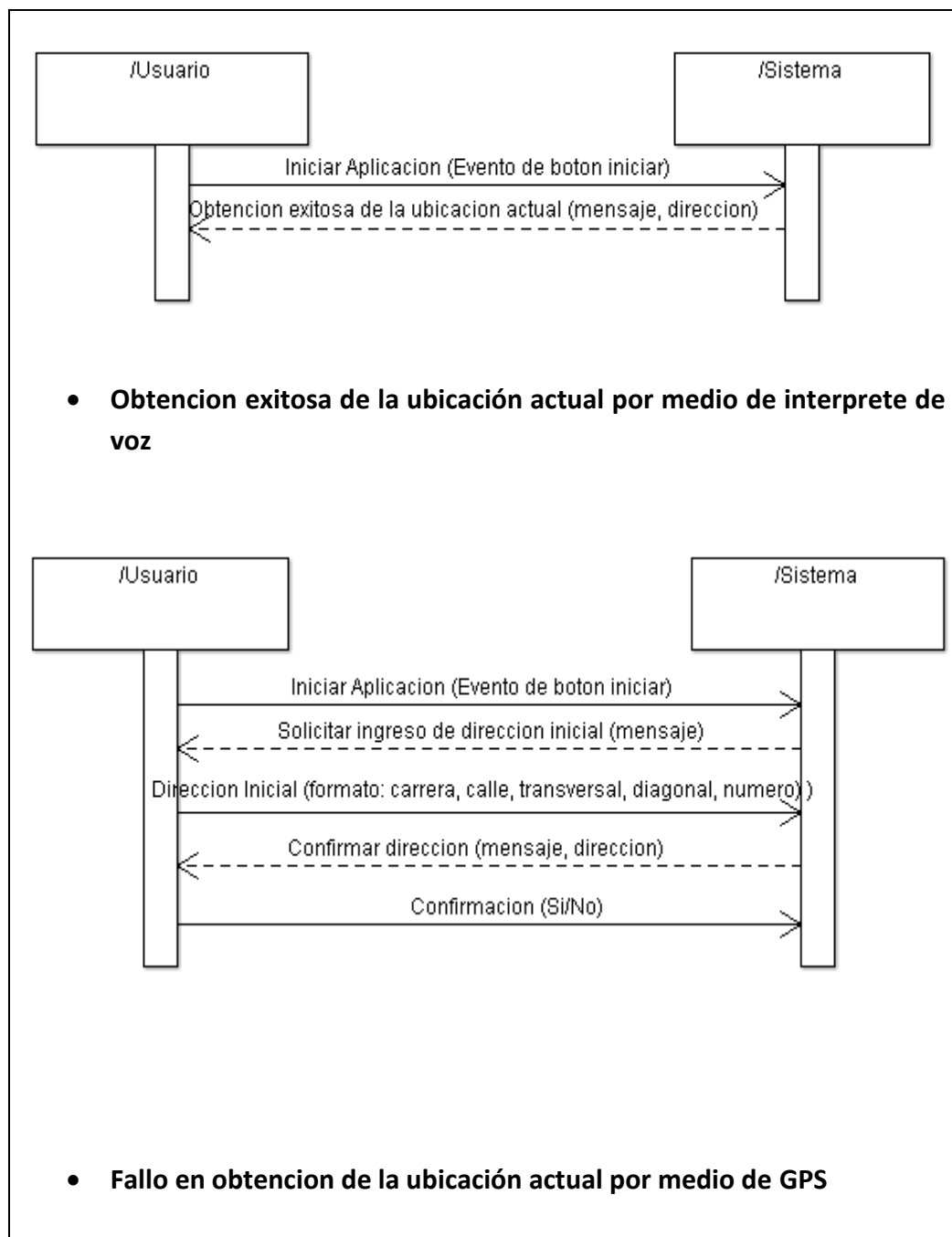
Se presiona el botón Iniciar.	Obtener automáticamente la ubicación Actual.
El usuario recibe un mensaje indicando si fue satisfactoria la obtención de la ubicación.  Falló la obtención automática de ubicación y debe reintentar la obtención de ubicación.	Solicita ingreso de la dirección de destino.
<b>FALLO POSIBLE</b>	<b>SOLUCIÓN</b>
Fallo de conexión	Informa al usuario el fallo en la conexión para luego reintentar.
Fallo de GPS	Informa al usuario del fallo en el GPS para luego reintentar.
Fallo de interpretación	Informa al usuario el fallo al interpretar la dirección para luego reintentar.

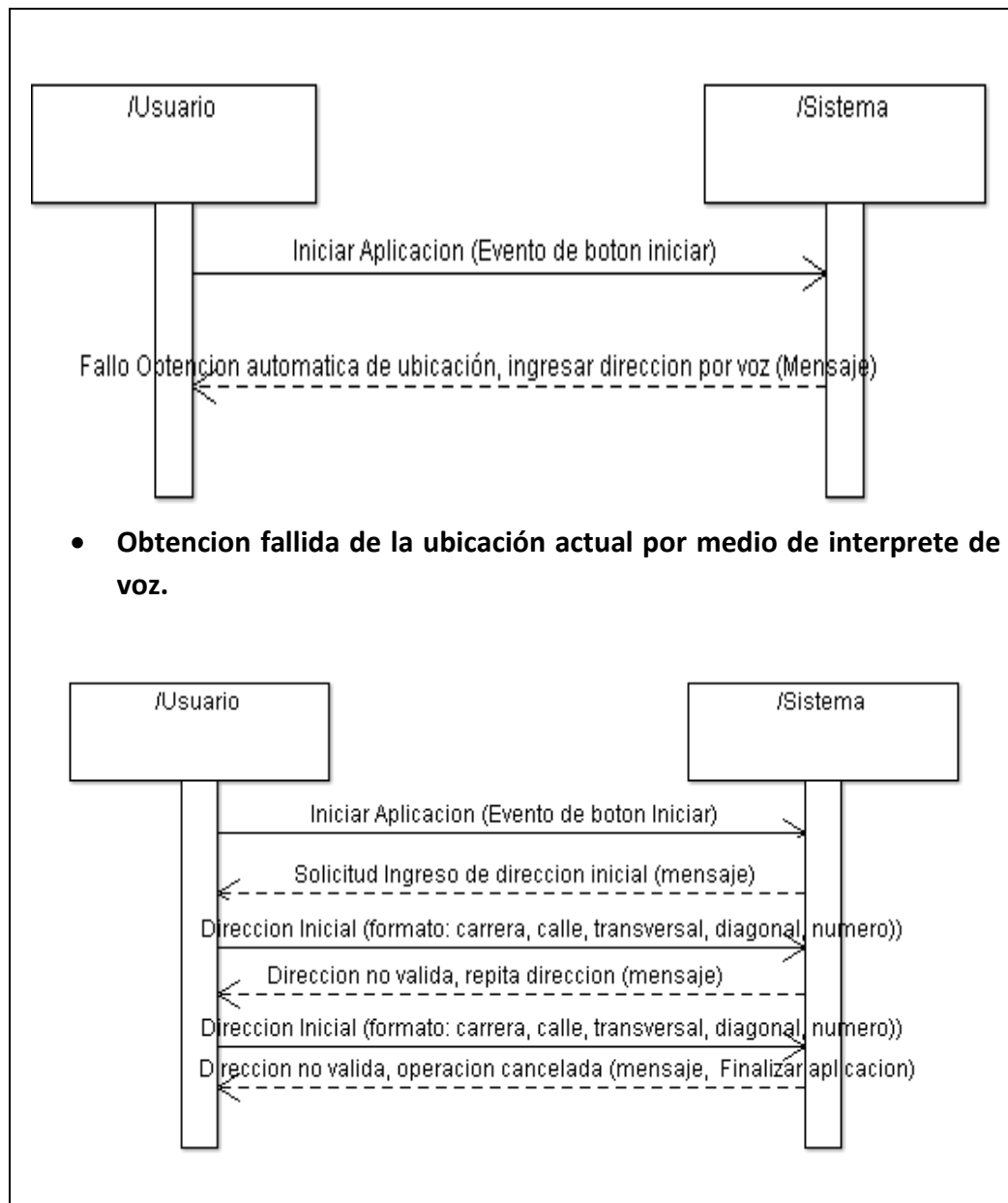
#### DIAGRAMA DE CASO DE USO



#### DIAGRAMA DE SECUENCIA

- Obtencion exitosa de la ubicación actual por medio de GPS





**Fuente:** Autores

- El siguiente caso de uso describe el cómo se realiza la captura de la dirección destino del usuario, con el estudio de la interacción que se realizó entre el actor y el sistema móvil, lo anterior, se realizó con el fin de determinar el funcionamiento adecuada de una parte esencial del desarrollo, pues para el uso general de personas en condición de discapacidad, la aplicación móvil debe estar en la capacidad de entender a través del sintetizador de voz cual será el destino final de la persona con discapacidad visual e informarle que

está a punto de llegar para que timbre y el conductor lo deje en el paradero deseado.

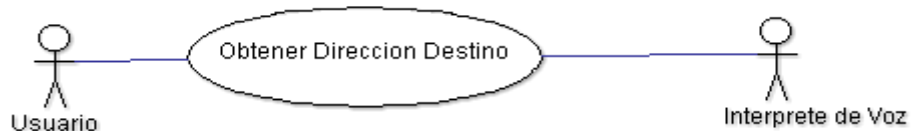
**Tabla 4.** Caso de Uso – C002

<b>REFERENCIA CASO DE USO: CASO DE USO – C002</b>	
<b>NIVEL</b>	Alto
<b>Nombre</b>	Capturar Dirección Destino
<b>Actor(is)</b>	Usuario con discapacidad visual
<b>Descripción</b>	<p>Capturar la dirección ingresada por medio del intérprete de voz y guardar temporalmente la dirección destino ingresada en un formato de texto que use la siguiente notación definida en el sistema.</p> <p>1.Se utilizaran la siguiente notación para identificar la dirección:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carrera.</li> <li>• Calle.</li> <li>• Número.</li> <li>• Avenida.</li> <li>• Diagonal.</li> <li>• Transversal.</li> <li>• Avenida.</li> <li>• Sur.</li> <li>• Norte.</li> <li>• Este.</li> <li>• Oeste.</li> <li>• Oriente.</li> <li>• Occidente.</li> <li>• Las letras serán a, b, c, d, e, f.</li> </ul>
<b>Precondiciones</b>	<p>Existe una dirección de origen.</p> <p>La dirección está en los límites de operación del SITP.</p>
<b>Postcondiciones</b>	La ubicación destino es válida.
<b>Referencia cruzada</b>	Referencia cruzada con los requerimientos R3 y R4.
<b>ENTRADA</b>	<b>SALIDA</b>



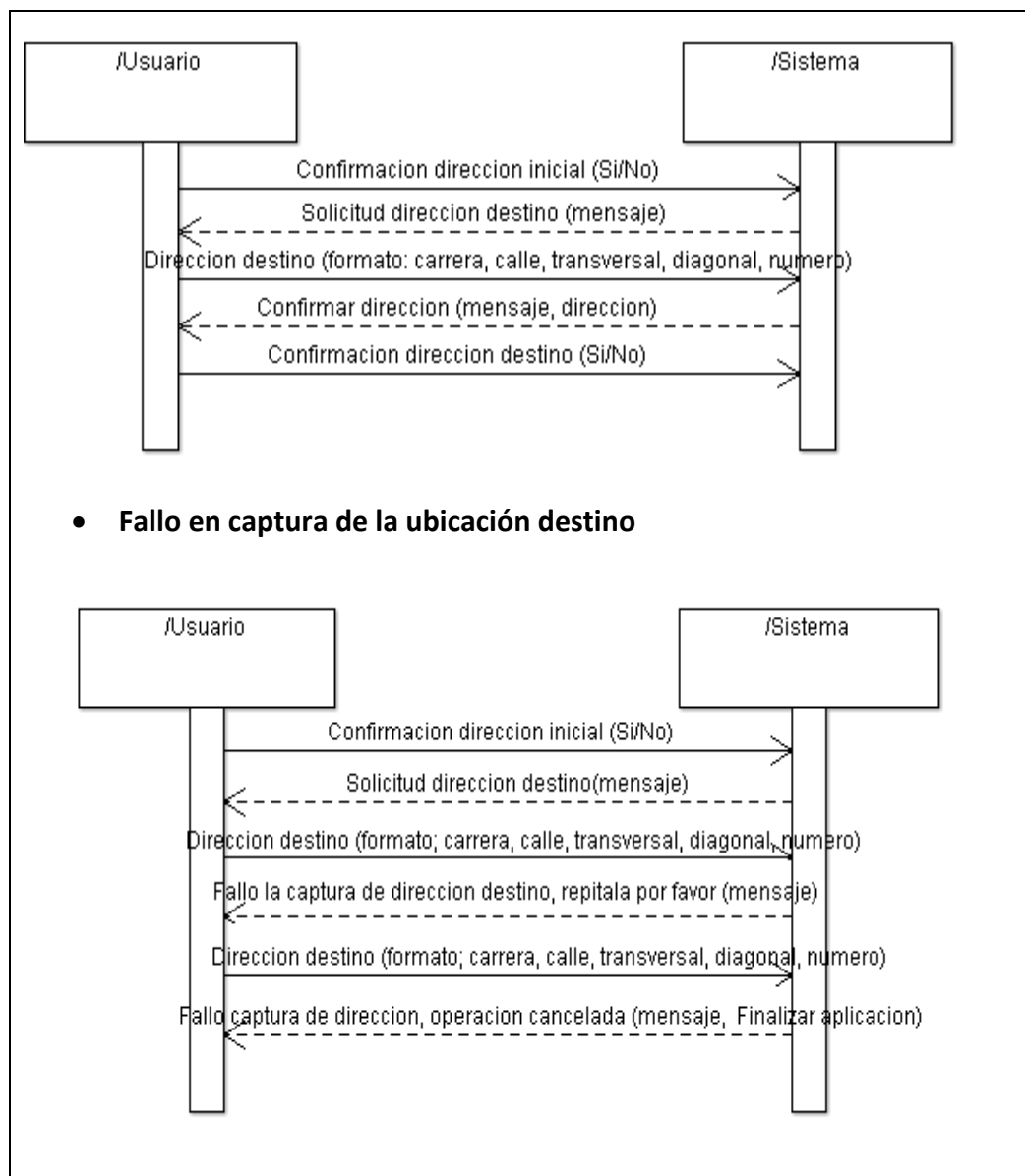
Dirección destino	Mensaje de confirmación
<b>ACCIÓN DE LOS ACTORES</b>	<b>RESPUESTA DEL SISTEMA</b>
El usuario ingresa por medio de voz la dirección del destino.	Informa al usuario la dirección y le pedirá validar si es correcta.
El usuario indica si la dirección corresponde a la que ingreso.	Informa la captura exitosa de la dirección.
<b>FALLO POSIBLE</b>	<b>SOLUCIÓN</b>
Error de interpretación.	Informa al usuario el error de interpretación y solicitara nuevamente la dirección.

#### DIAGRAMA DE CASO DE USO



#### DIAGRAMA DE SECUENCIA

- Captura de la ubicación destino



**Fuente:** Autores

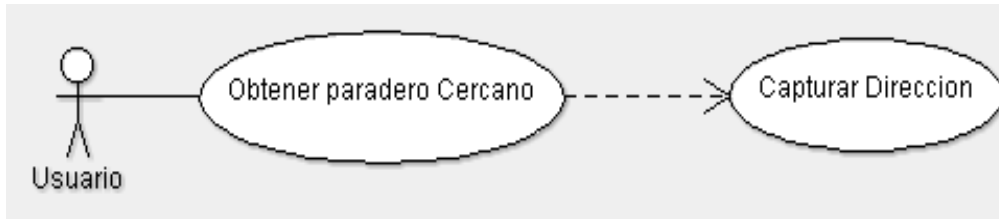
- El siguiente caso de uso describe el cómo la aplicación móvil le informa al actor los paraderos más cercanos, este caso es importante, ya que se determinó el funcionamiento correcto del desarrollo referente a los índices de ubicación de un punto determinado, pues en el análisis de mercado que se realizó se confirmó que existe dificultad para que los usuarios con discapacidad visual del SITP lleguen a los paraderos correspondientes, pues no en todos paran las

rutas así transiten por esa vía, en este orden de ideas, esta experiencia se materializó con el ideal que el actor pueda utilizar la aplicación en cualquier lugar y desplazarse al punto más cercano.

**Tabla 5.** Caso de Uso – C003

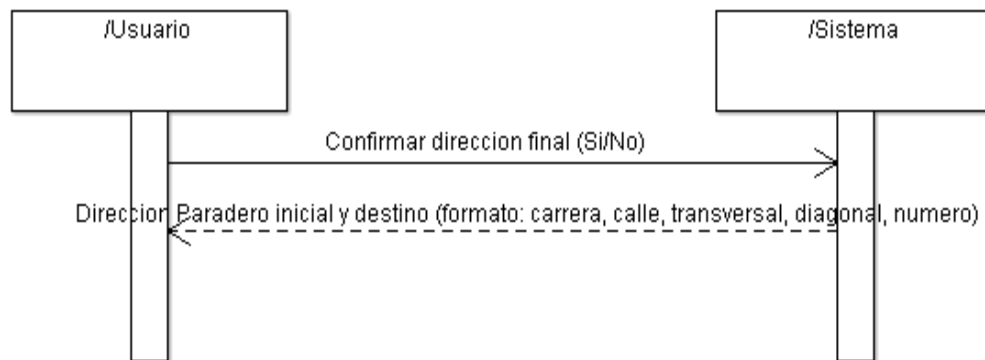
<b>REFERENCIA CASO DE USO: CASO DE USO – C003</b>	
<b>NIVEL</b>	Alto
<b>Nombre</b>	Obtener Paradero cercano a una ubicación
<b>Actor(es)</b>	Usuario con discapacidad visual
<b>Descripción</b>	Funcionalidad que permite obtener la ubicación del paradero más cercano dada una ubicación (Dirección u obtenida por GPS)
<b>Precondiciones</b>	Se debe haber obtenido la ubicación actual del Usuario. Se debe haber capturado la dirección de destino.
<b>Postcondiciones</b>	Es un paradero obtenido. El paradero es el más cercano. Existe tiene un trayecto al entre paradero inicial y paradero destino
<b>Referencia cruzada</b>	Referencia cruzada con los requerimientos R1, R2 y R4.
<b>ENTRADA</b>	<b>SALIDA</b>
Ubicación Inicial	Paradero Salida
Dirección Destino	Paradero Destino
<b>ACCIÓN DE LOS ACTORES</b>	<b>RESPUESTA DEL SISTEMA</b>
<b>FALLO POSIBLE</b>	<b>SOLUCIÓN</b>
Fallo de conexión	Informa al usuario el fallo en la conexión para luego reintentar
Fallo de GPS	Informa al usuario del fallo en el GPS para luego reintentar.

## DIAGRAMA DE CASO DE USO

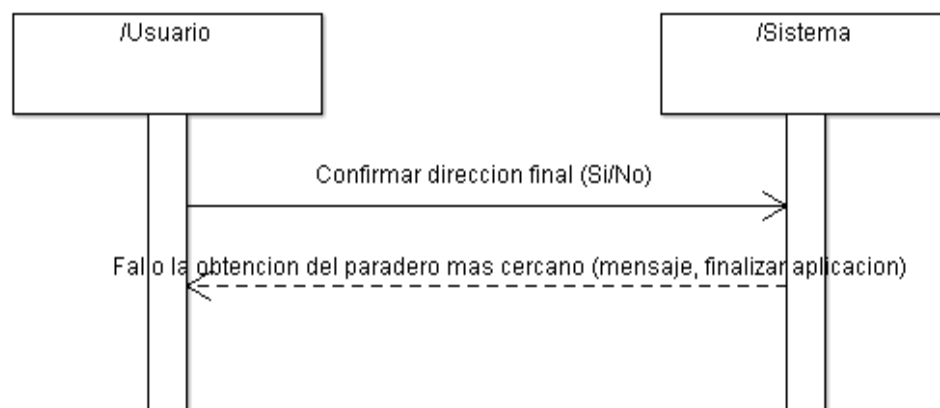


## DIAGRAMA DE SECUENCIA

- **Obtencion valida al paradero mas cercano**



- **Obtencion fallida al paradero mas cercano**

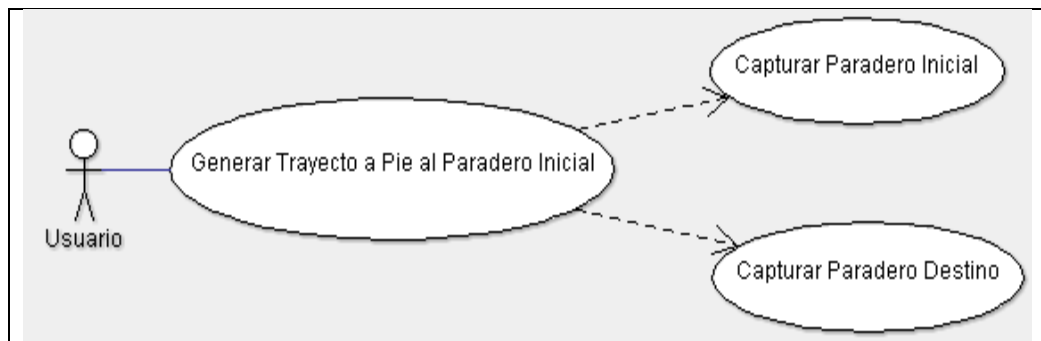


Fuente: Autores

- El siguiente caso de uso se utilizó para garantizar que el actor se pueda desplazar a pie a su paradero inicial en donde iniciará el uso del SITP, aquí el funcionamiento del sintetizador de voz, es esencial para la interacción satisfactoria del usuario y la aplicación, pues aquí la confianza es un valor importante ya que la persona con discapacidad confiará en un 100% en las indicaciones que se comuniquen el desarrollo móvil.

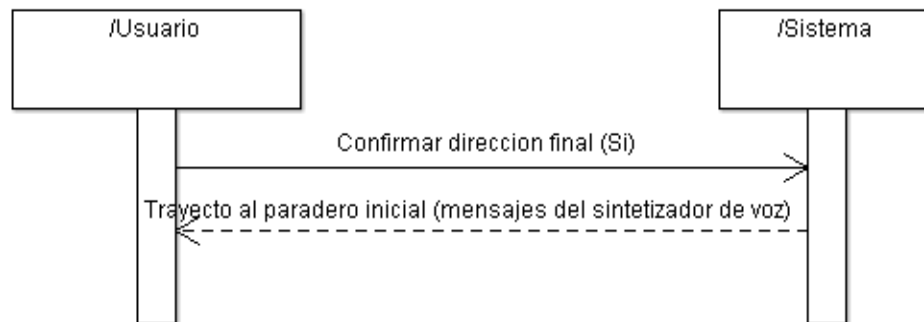
**Tabla 6.** Caso de Uso – C004

REFERENCIA CASO DE USO: CASO DE USO – C004	
<b>NIVEL</b>	Alto
<b>Nombre</b>	Generar Trayecto a pie a paradero inicial.
<b>Actor(es)</b>	Usuario con discapacidad visual
<b>Descripción</b>	Genera los trayectos a pie desde la ubicación origen al paradero inicial.
<b>Precondiciones</b>	La dirección inicial debe ser válida. Se debe haber obtenido el paradero inicial y el paradero destino.
<b>Postcondiciones</b>	Trayecto valido a paradero inicial.
<b>Referencia cruzada</b>	Referencia cruzada con los requerimientos R3.
<b>ENTRADA</b>	<b>SALIDA</b>
Paradero Origen	Trayecto a pie del origen hasta el paradero origen.
<b>ACCIÓN DE LOS ACTORES</b>	<b>RESPUESTA DEL SISTEMA</b>
Confirma la dirección destino.	Guía al usuario al paradero inicial.
<b>FALLO POSIBLE</b>	<b>SOLUCIÓN</b>
Fallo al generar trayecto al paradero inicial	Informa al usuario que fallo la generación del trayecto al paradero inicial
<b>DIAGRAMA DE CASO DE USO</b>	

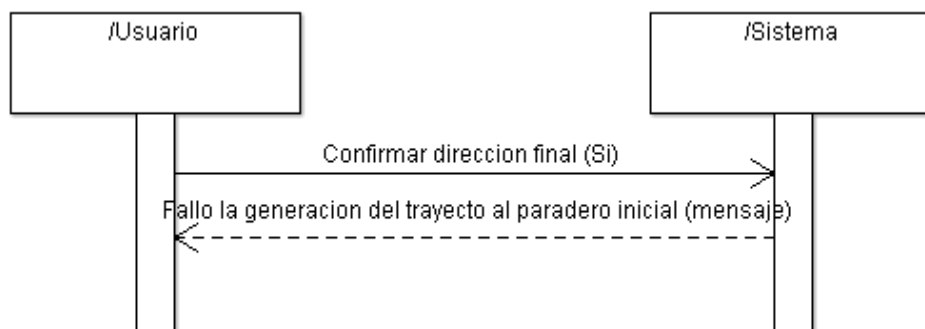


## DIAGRAMA DE SECUENCIA

- **Trayecto valido al paradero inicial**



- **Fallo en generacion del trayecto al paradero inicial**

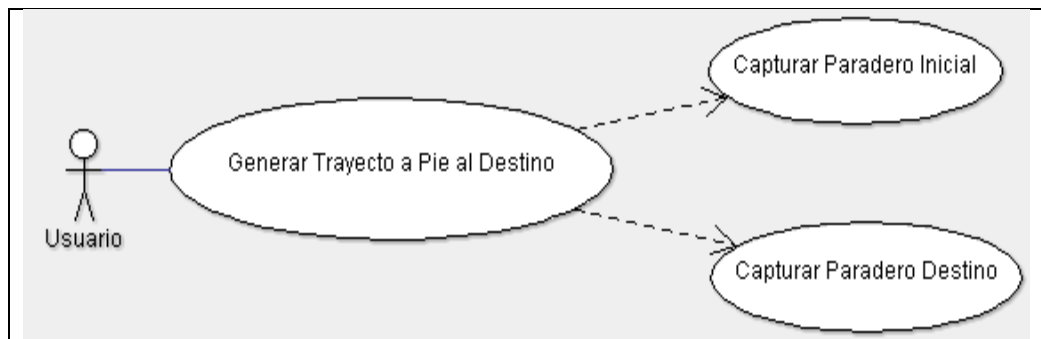


Fuente: Autores

- En este caso la aplicación se pondrá a prueba, ya que deberá tener el desarrollo necesario para garantizar que una vez el usuario se baje del SITP y la ruta no lo deje al frente de su destino final, ésta deberá indicarle el camino que tendrá que recorrer a pie para llegar sin novedad alguna, de forma rápida, cómoda y marcándole una vía transitable para personas que van caminando y no en un automóvil.

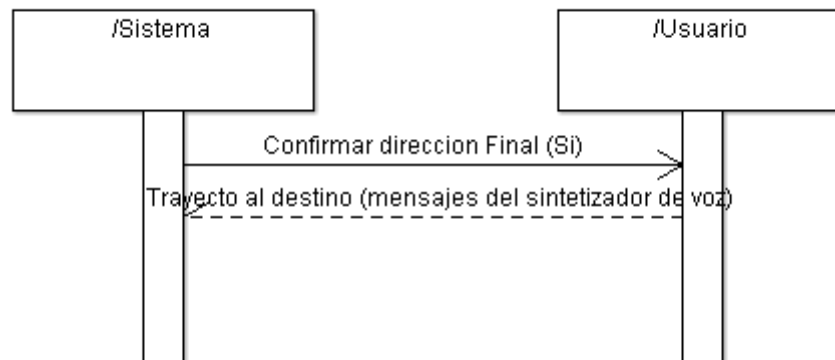
**Tabla 7.** Caso de Uso – C005

<b>REFERENCIA CASO DE USO: CASO DE USO – C005</b>	
<b>NIVEL</b>	Alto
<b>Nombre</b>	Generar Trayecto a pie al destino.
<b>Actor(es)</b>	Usuario con discapacidad visual
<b>Descripción</b>	Genera los trayectos a pie desde el paradero final a la dirección destino.
<b>Precondiciones</b>	La dirección inicial debe ser válida. Se debe haber obtenido el paradero inicial y el paradero destino.
<b>Postcondiciones</b>	Trayecto valido al destino.
<b>Referencia cruzada</b>	Referencia cruzada con los requerimientos R3.
<b>ENTRADA</b>	<b>SALIDA</b>
Paradero Final	Trayecto a pie del paradero final hasta el destino.
Destino	
<b>ACCIÓN DE LOS ACTORES</b>	<b>RESPUESTA DEL SISTEMA</b>
Confirma la dirección destino.	Guía al usuario al paradero inicial.
<b>FALLO POSIBLE</b>	<b>SOLUCIÓN</b>
Fallo al generar trayecto al paradero inicial	Informa al usuario que fallo la generación del trayecto al paradero inicial.
<b>DIAGRAMA DE CASO DE USO</b>	

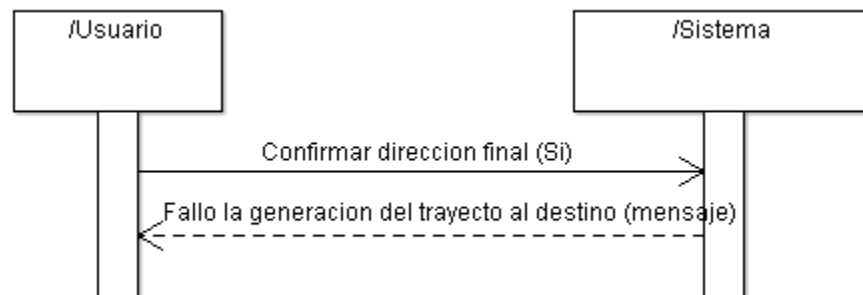


## DIAGRAMA DE SECUENCIA

- **Trayecto valido al destino**



- **Fallo en generacion del trayecto al destino**



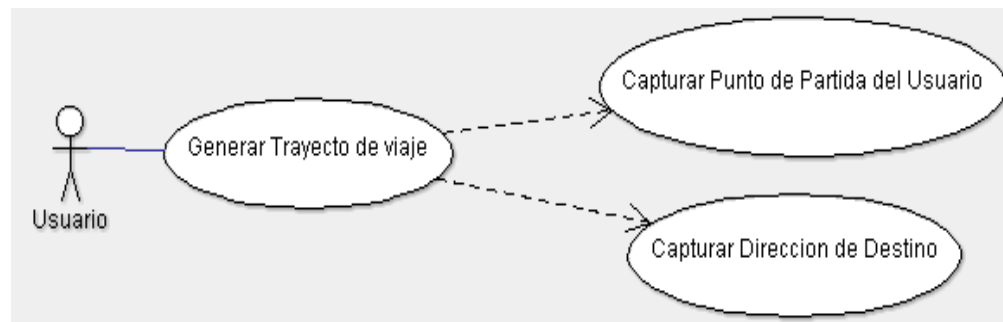


- En esta experiencia de caso de uso, se puso a prueba la aplicación, ya que ésta debía estar en la capacidad de mostrar la ruta más corta, analizando el destino inicial y final entregado por la persona de discapacidad visual, realizado el análisis, la aplicación a través de su sintetizador de voz le informará cual será la ruta que deberá tomar y de ser necesario el camino que deberá recorrer a pie para garantizar la aplicación de la ruta más rápida y cómoda.

**Tabla 8.** Caso de Uso – C006

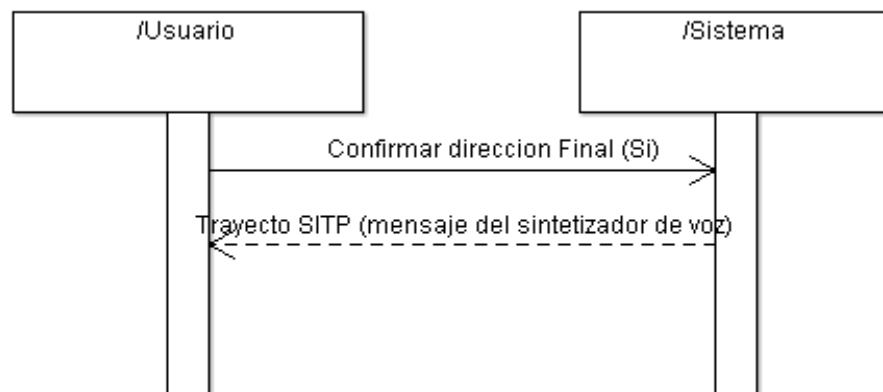
<b>REFERENCIA CASO DE USO: CASO DE USO – C006</b>	
<b>NIVEL</b>	Alto
<b>Nombre</b>	Generar Trayecto Sistema Integrado de Transporte Público (SITP)
<b>Actor(es)</b>	Usuario con discapacidad visual
<b>Descripción</b>	Genera la trayectoria más corta en base a los paraderos origen y destino
<b>Precondiciones</b>	Se debe haber obtenido el paradero inicial y el paradero destino.
<b>Postcondiciones</b>	Envía el trayecto calculado al usuario, en caso contrario el sistema informara al usuario el error e intentara nuevamente calcular el trayecto más corto.
<b>Referencia cruzada</b>	Referencia cruzada con los requerimientos R3.
<b>ENTRADA</b>	<b>SALIDA</b>
Paradero Origen	Trayecto con menor cantidad de transbordo (mensaje del sintetizador de voz)
Paradero Destino	
<b>ACCIÓN DE LOS ACTORES</b>	<b>RESPUESTA DEL SISTEMA</b>
<b>FALLO POSIBLE</b>	<b>SOLUCIÓN</b>

## DIAGRAMA DE CASO DE USO

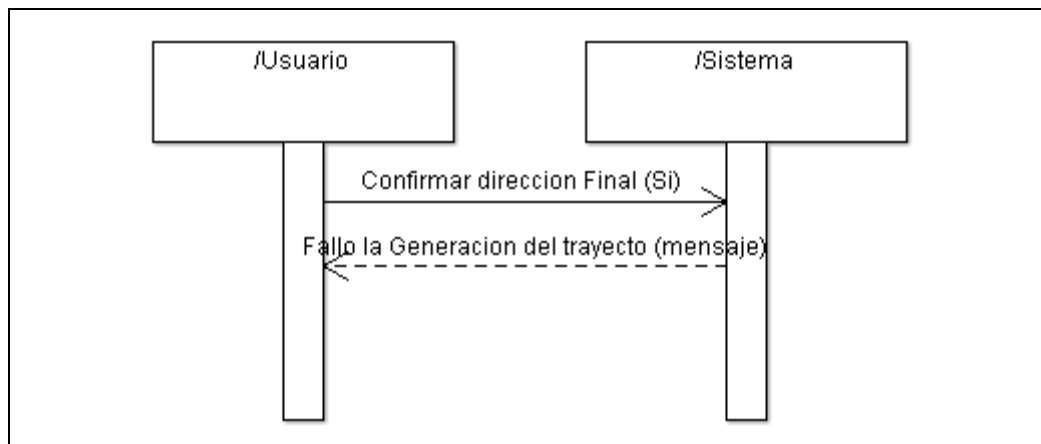


## DIAGRAMA DE SECUENCIA

- **Generar trayecto valido (SITP)**



- **Fallo generar trayecto valido (SITP)**



**Fuente:** Autores

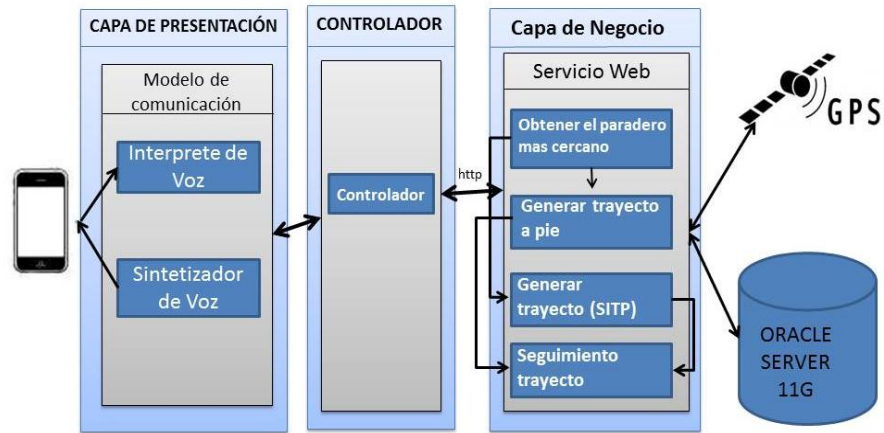
De acuerdo con los anteriores casos de uso, se obtuvieron resultados satisfactorios ya que, durante el análisis de interacción entre el desarrollo móvil y la persona con discapacidad, se obtuvieron los resultados esperados, pues la aplicación respondió al diseño que se estructuró y a las necesidades proyectadas, en todas las experiencias se cumplió lo ilustrado en las tablas.

## **4.3 ETAPA DE ARQUITECTURA**

### **4.3.1 Diagrama de componentes y arquitectura general del sistema**

Se describe la estructura general del sistema, el comportamiento de los servicios que estos componentes proporcionan y estos se comunican entre los diferentes niveles del modelo.

**Figura 4.** Arquitectura General del sistema

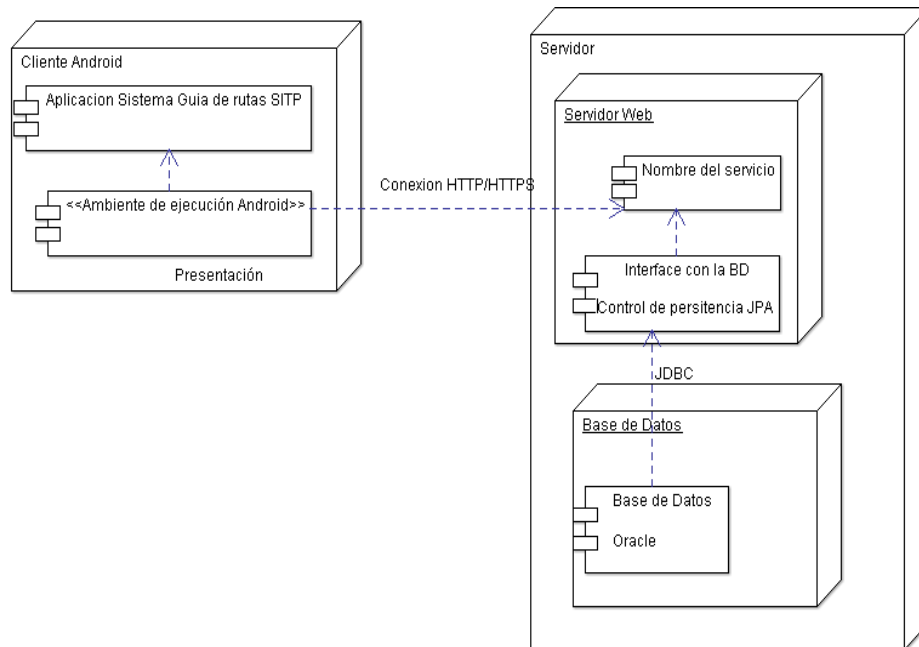


**Fuente:** Autores

### 4.3.2 Diagrama de despliegue

Se describe la estructura física del sistema en nodos y sus respectivos componentes.

**Figura 5.** Diagrama de despliegue

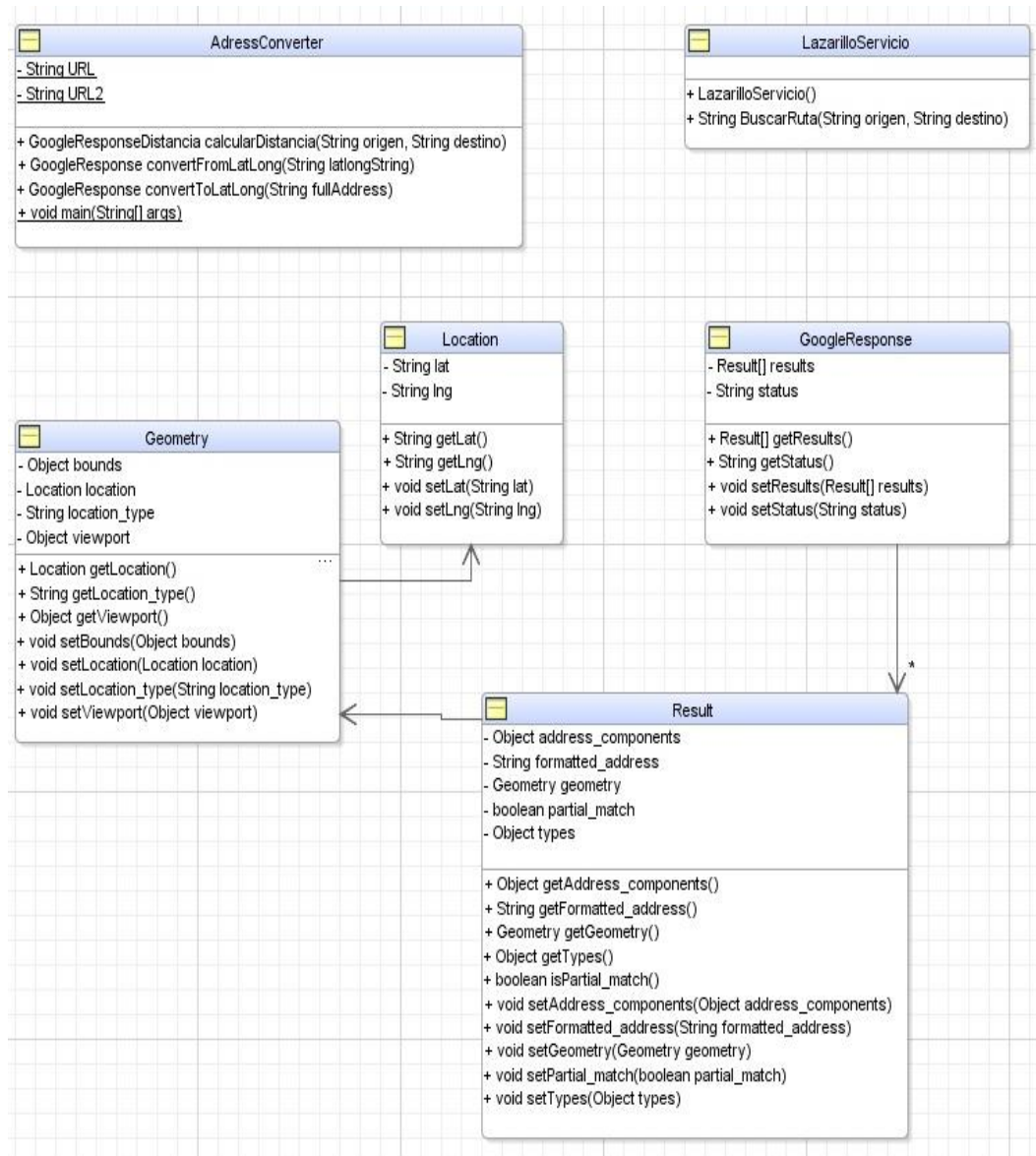


**Fuente:** Autores

### 4.3.3 Diagrama de clases

A continuación, se describe la estructura del sistema mostrando sus respectivas clases, atributos, métodos y relaciones, orientados a objetos, siguiendo el estándar del lenguaje unificado de modelado (UML).

**Figura 6.** Diagrama de Clases



**Fuente:** Autores

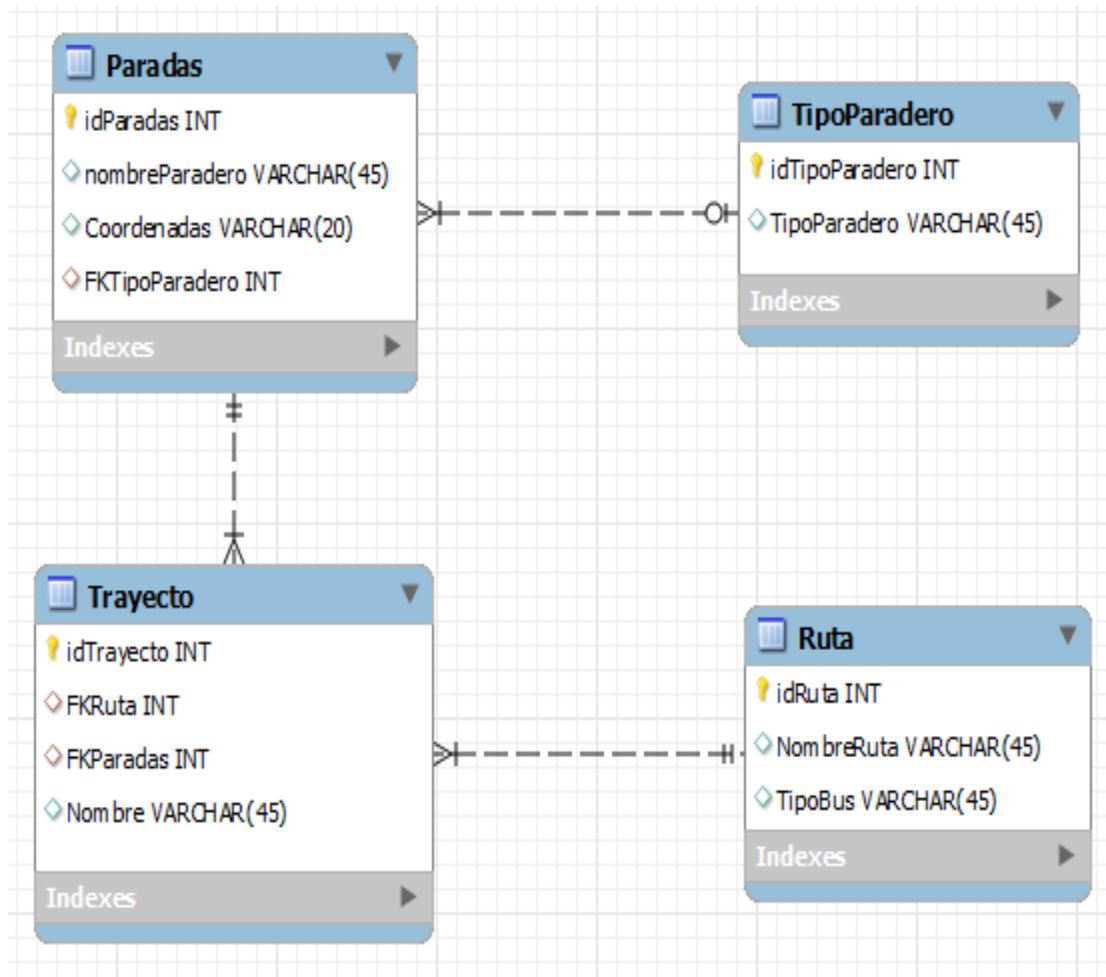
- **Clases**

- **AdressConverter.** Esta clase se encarga de convertir la dirección ingresada por el usuario en coordenadas de latitud y longitud.
- **Lazarillo.** Esta clase se encarga de conectar, consultar y procesar los diferentes eventos del sistema, teniendo en cuenta la información ingresada por el usuario.

#### 4.3.4 Modelo entidad relación.

En el diagrama se visualiza el modelo de datos implementado en el sistema.

**Figura 7.** Modelo entidad relación



**Fuente:** Autores

## 4.4 ETAPA DE DISEÑO

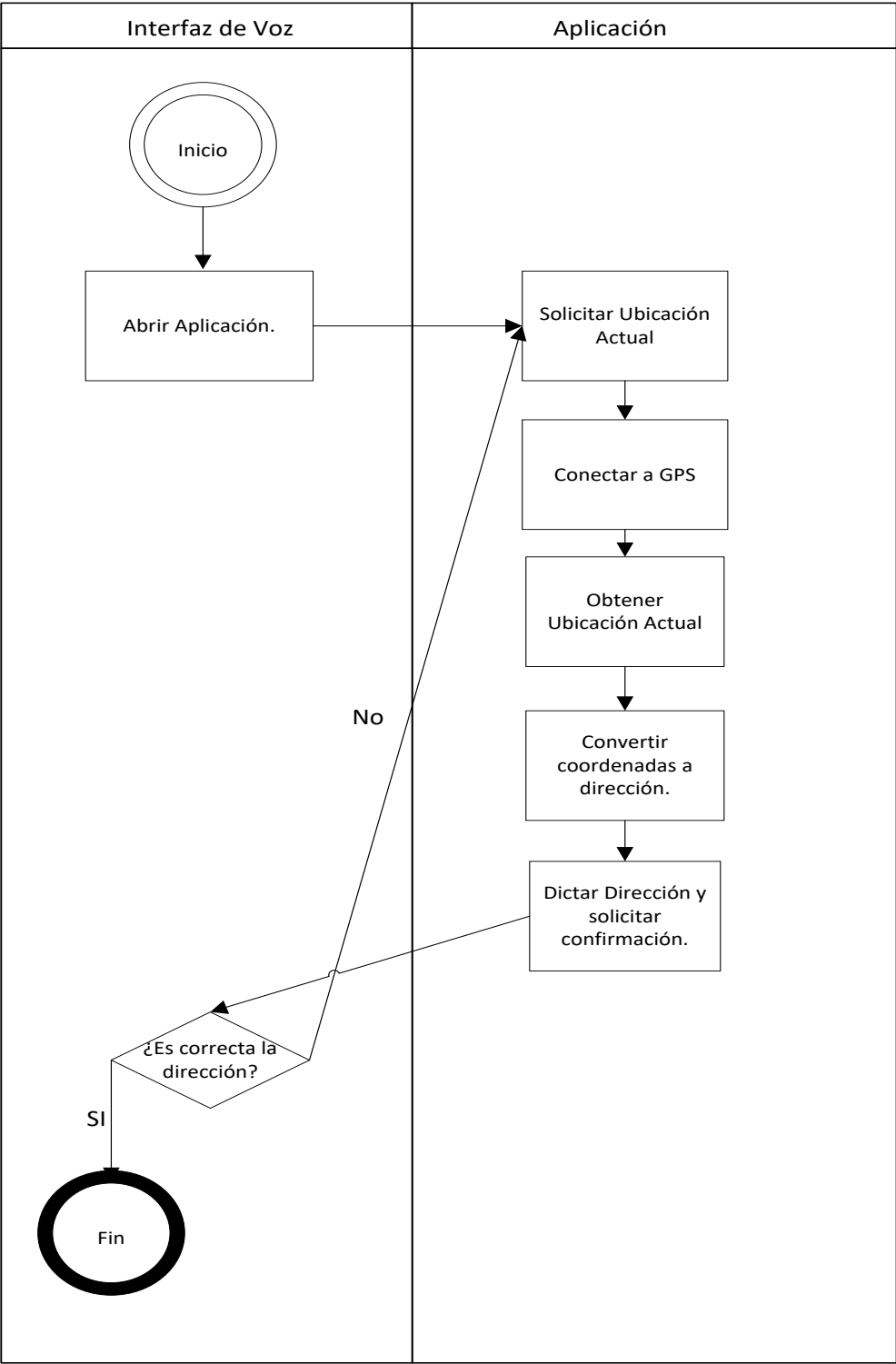
**4.4.1 Diagramas de procesos.** Los siguientes diagramas describen el flujo de información entre los distintos actores que participan en el proceso y las acciones que ejecutan cada uno.

Para ejecutar cada una de las acciones representadas se utilizan los siguientes sistemas u actores:

- **Interfaz de voz:** Hace referencia a la interfaz con la que el usuario va a interactuar con el sistema.
- **Aplicación:** Hace referencia al sistema que va a realizar las operaciones necesarias para que el sistema funcione correctamente.

**4.4.1.1 Proceso obtener dirección actual.** Este proceso hace referencia al a la obtención de la ubicación actual del usuario por medio del GPS. Teniendo en cuenta que el usuario tiene permitido el acceso a datos y uso de GPS a al prototipo.

Figura 8. Obtener Dirección Actual

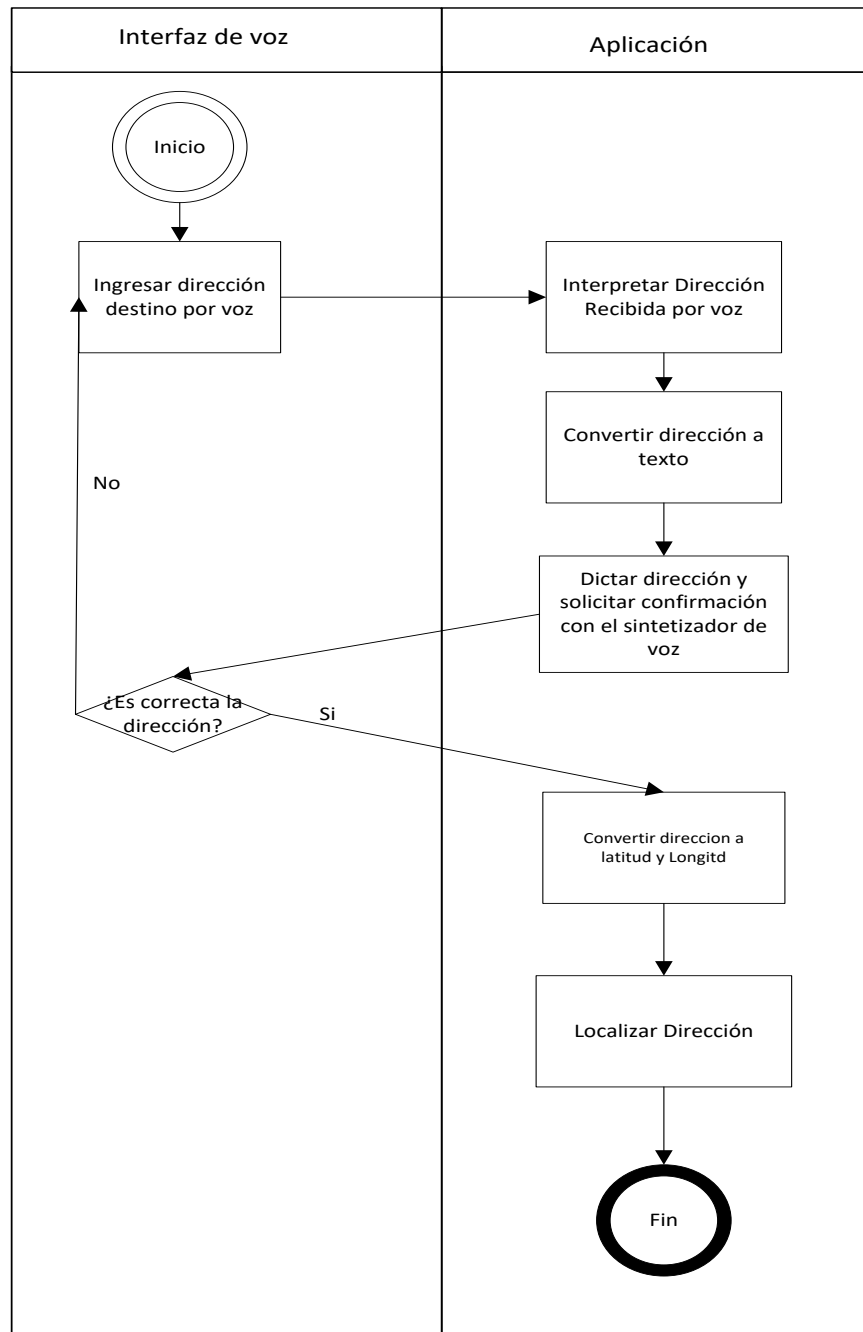


Fuente: Autores



**4.4.1.2 Proceso capturar dirección destino.** Este proceso hace referencia a la captura y localización de la ubicación destino del usuario por medio del intérprete de voz.

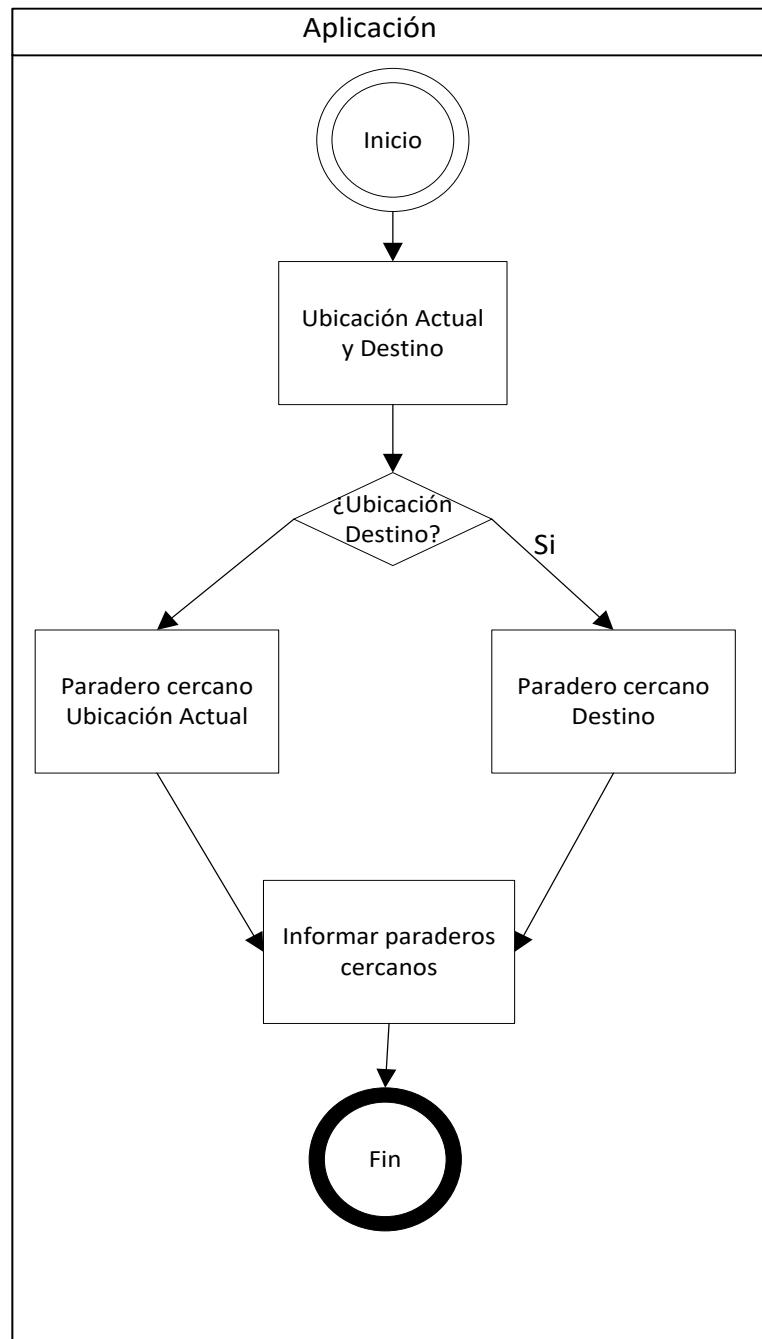
**Figura 9.** Capturar Dirección Destino.



**Fuente:** Autores

**4.4.1.3 Proceso obtener paradero más cercano.** Este proceso hace referencia a la obtención y localización del paradero más cercano a la ubicación actual y destino.

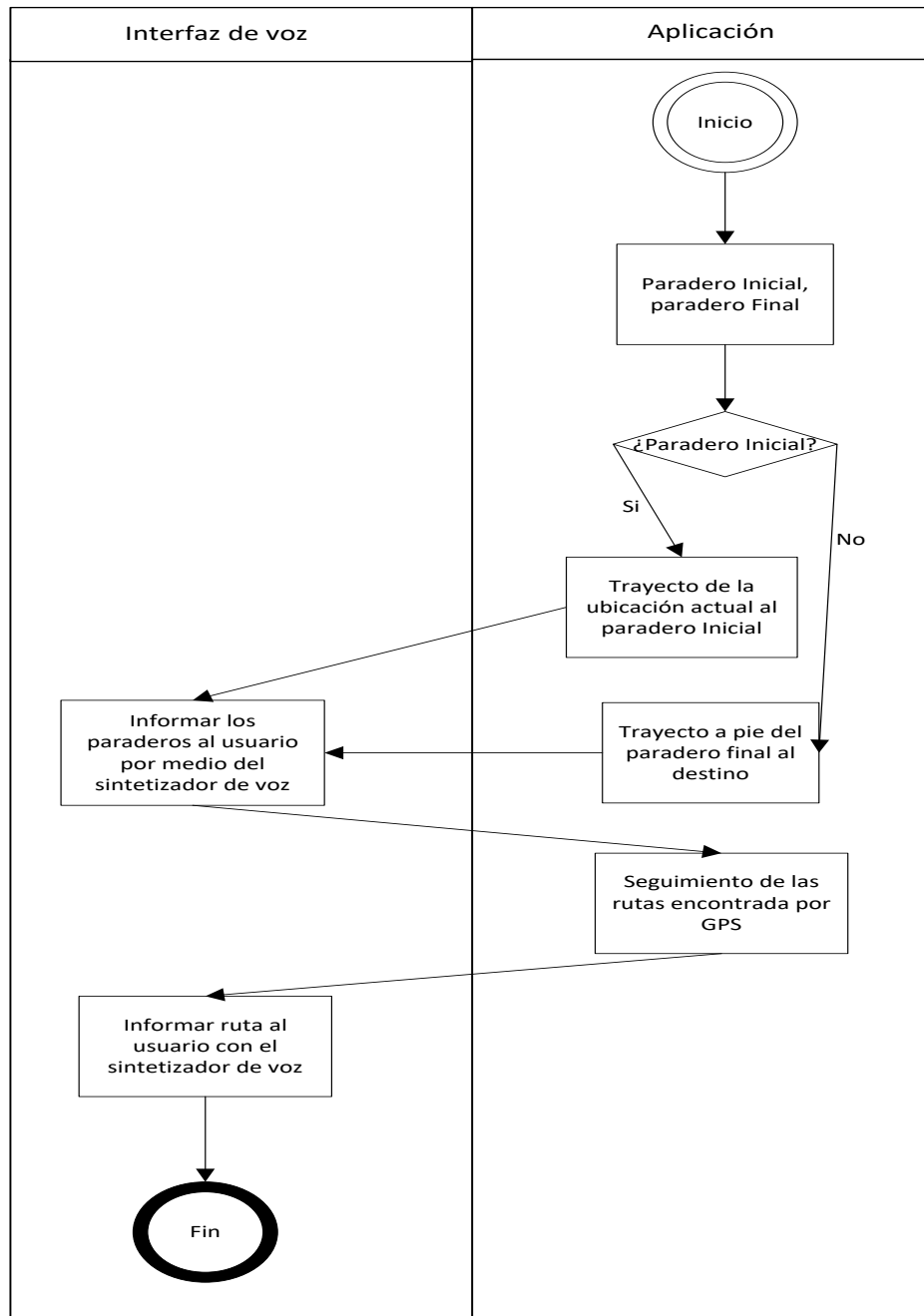
**Figura 10.** Obtener paradero más cercano



**Fuente:** Autores

**4.4.1.4 Proceso generar trayecto a pie.** Este proceso hace referencia a la generación del trayecto a pie del paradero que se realiza desde el paradero inicial al paradero final.

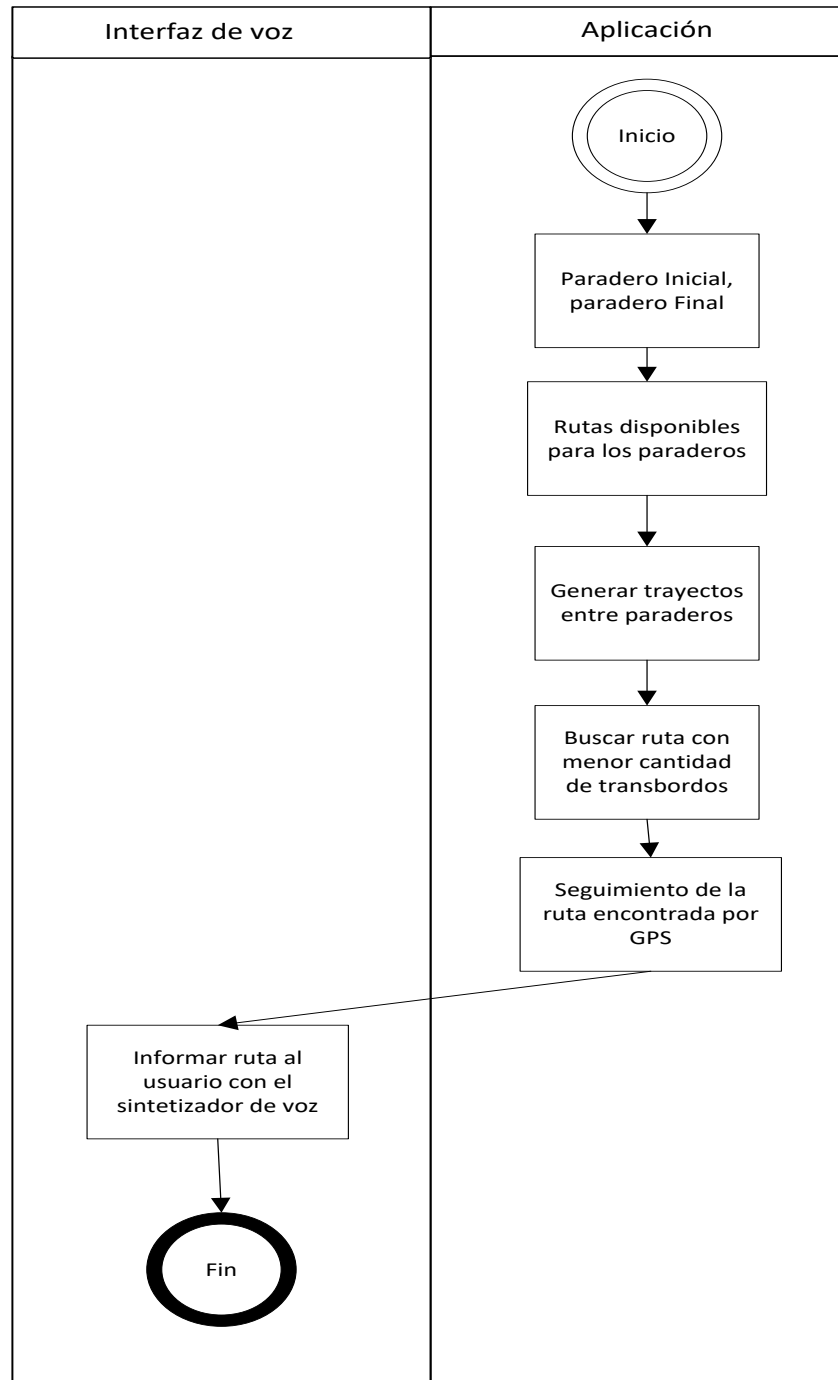
**Figura 11.** Generar Trayecto a Pie



**Fuente:** Autores

**4.4.1.5 Proceso generar trayecto sitp.** Este proceso hace referencia a la generación del trayecto en (SITP) que se realiza desde el paradero inicial al paradero final.

**Figura 12.** Generar Trayecto SITP

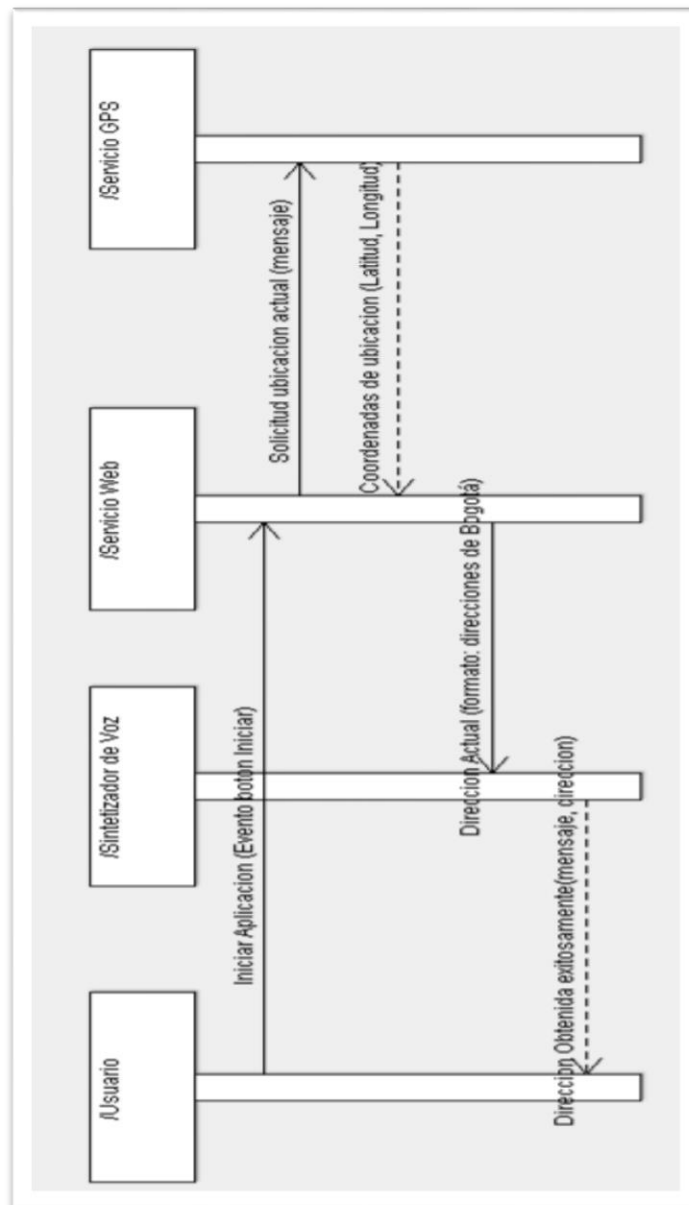


**Fuente:** Autores

## 4.4.2 Diagramas de secuencia

**4.4.2.1 Obtención exitosa de la ubicación actual por medio de GPS.** En esta secuencia se describe la interacción que hay entre los servicios y actores del sistema cuando se obtiene la ubicación actual del usuario por medio de gps.

**Figura 8.** Obtención exitosa de la ubicación actual por medio de GPS

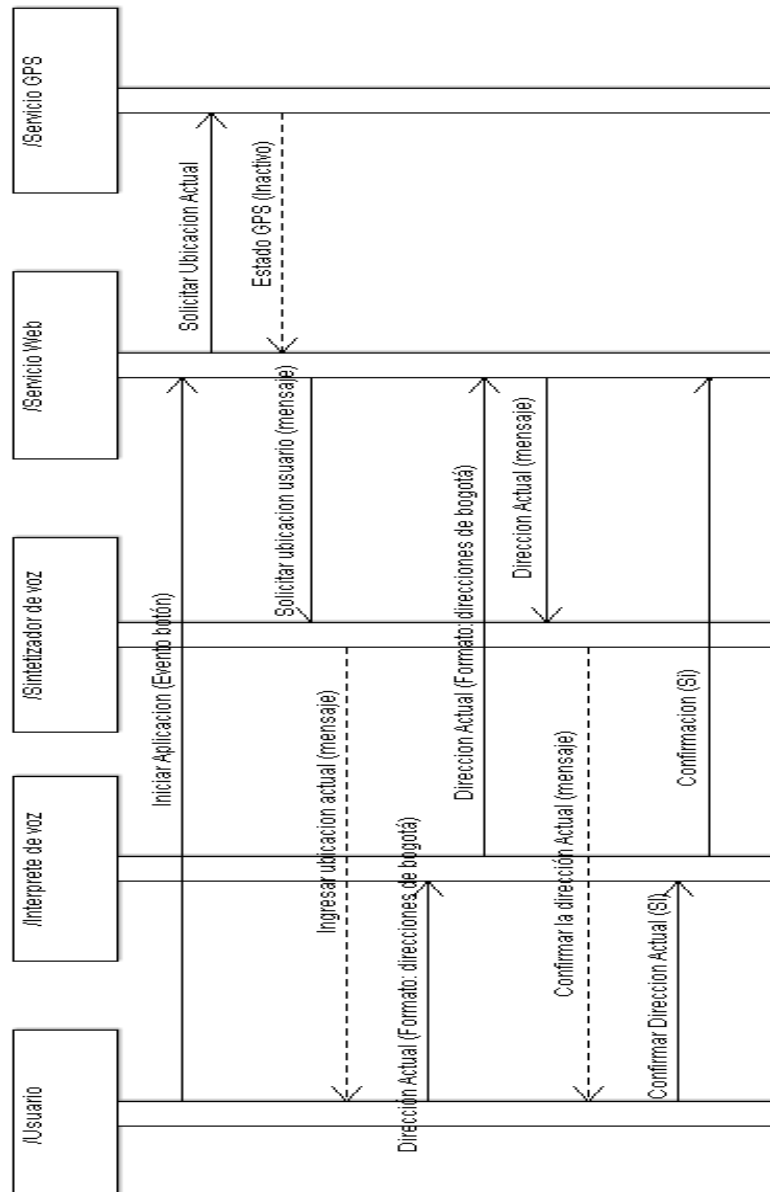


**Fuente:** Autores

#### 4.4.2.2 Obtencion exitosa de la ubicación actual por medio de interprete de voz.

Esta secuencia describe la interacción de los actores y los servicios del sistema cuando se obtiene la unicación actual por medio del interprete de voz.

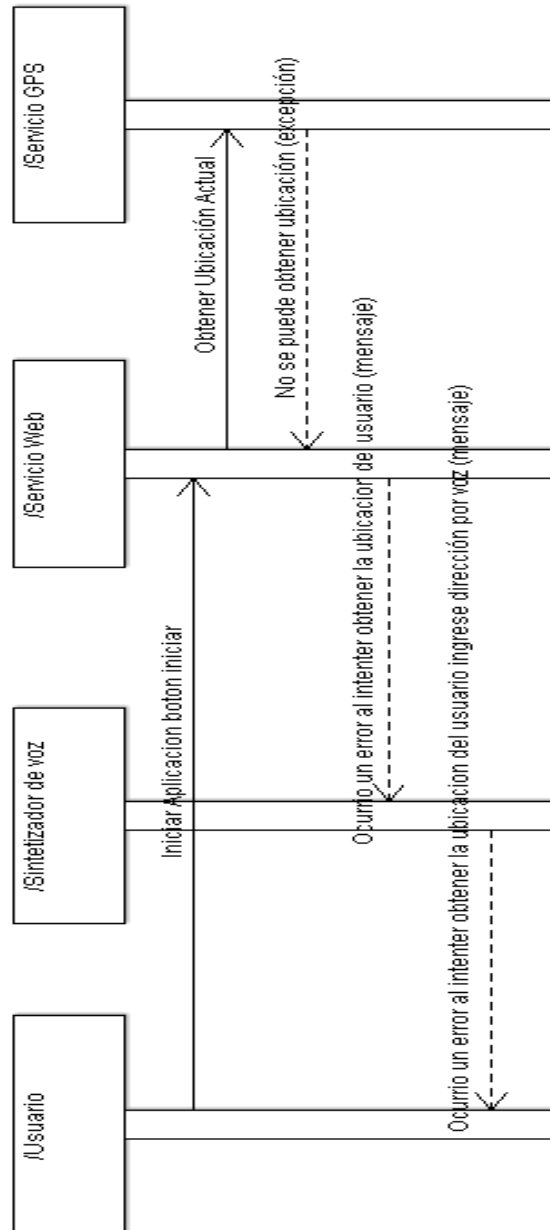
**Figura 13.** Exitosa de la ubicación actual por medio de intérprete de voz



**Fuente:** Autores

#### 4.4.2.3 Fallo en obtención de la ubicación actual por medio de GPS. En esta secuencia se describe la interacción de los actores y servicios del sistema cuando existe un fallo en la obtención de la ubicación del usuario por medio de GPS.

**Figura 14.** Obtención de la ubicación actual por medio de GPS

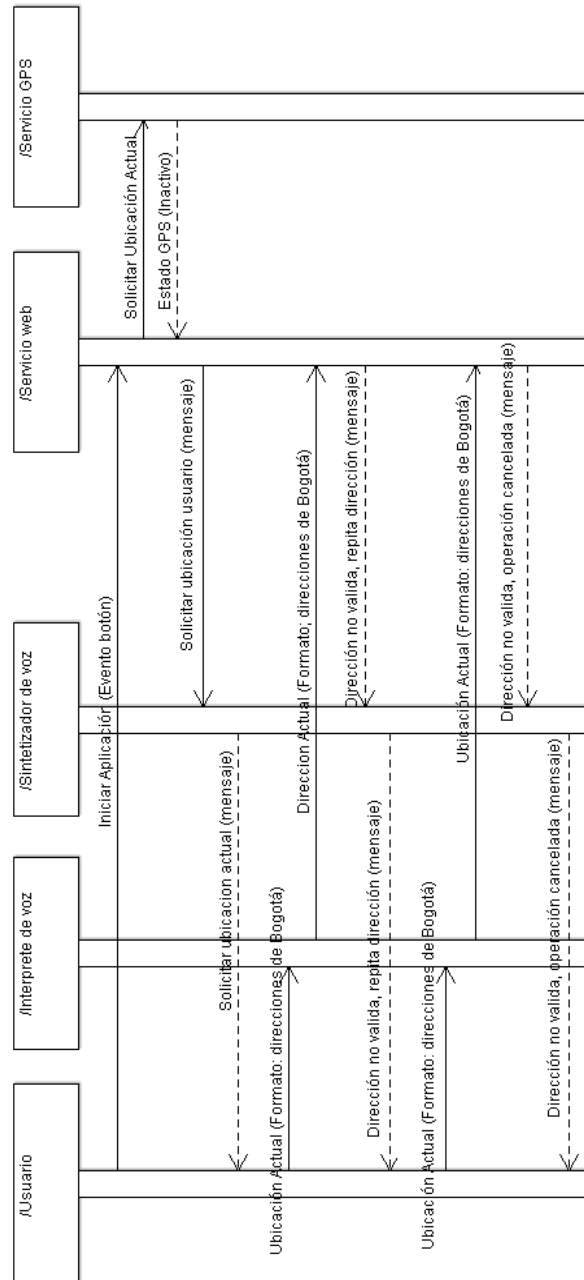


**Fuente:** Autores

#### 4.4.2.4 Fallo en obtención de la ubicación actual por medio de interprete de voz.

Esta secuencia describe la interacción de los actores y servicios del sistema cuando falla en la obtencion de la ubicación del usuario por medio del interprete de voz.

**Figura 15.** Obtención de la ubicación por medio del intérprete de voz

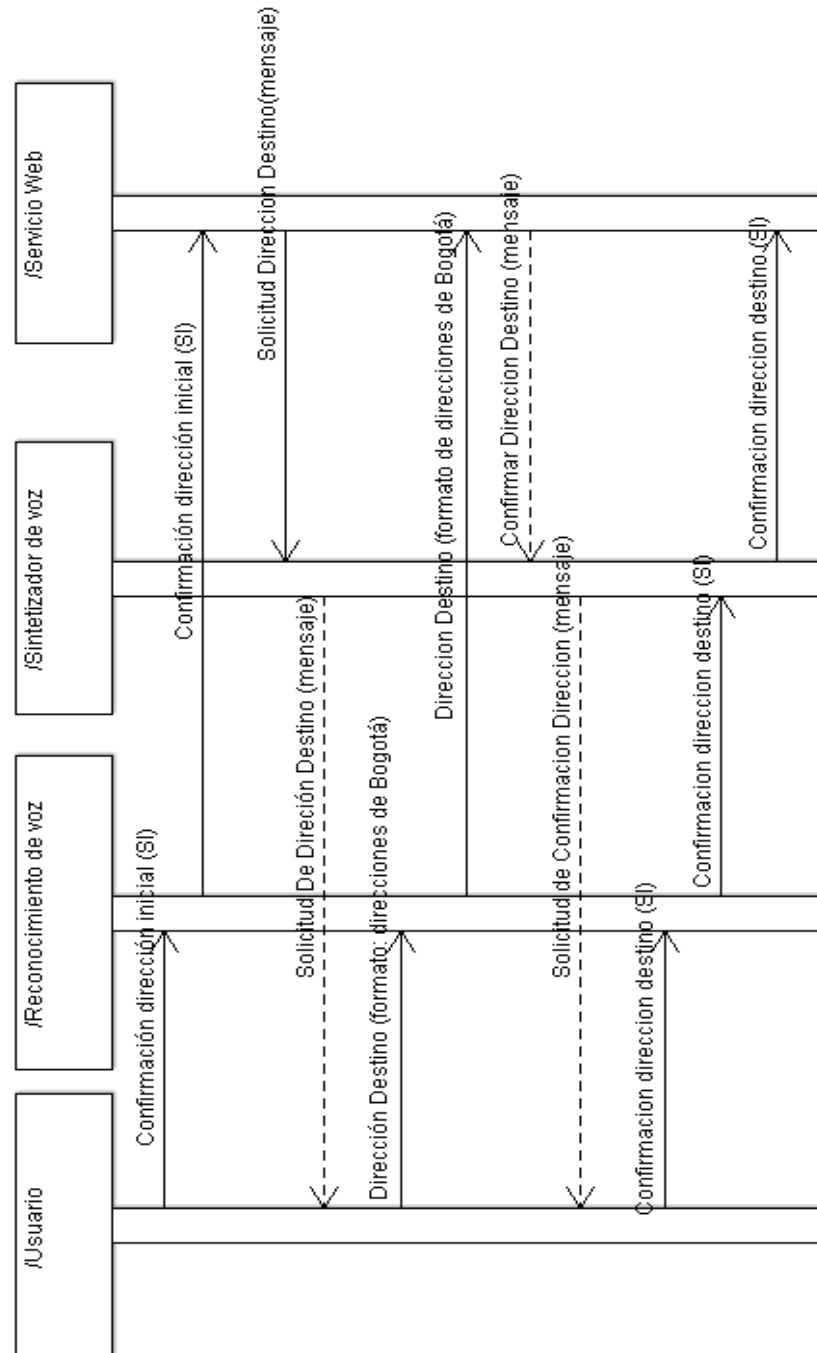


**Fuente:** Autores



**4.4.2.5 Capturar dirección destino.** Esta secuencia describe la interacción entre actores y servicios del sistema, para obtener y ubicar la dirección de destino.

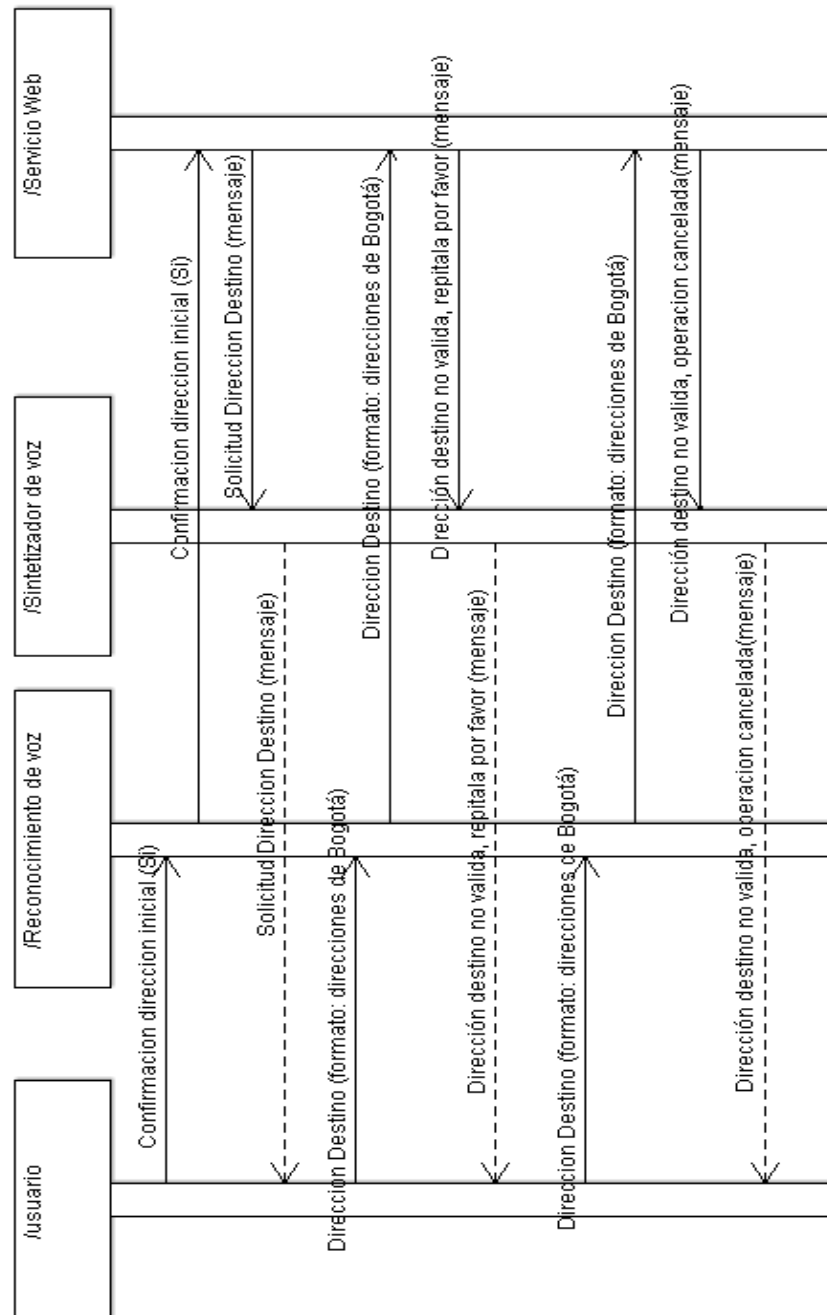
**Figura 16.** Dirección Destino.



**Fuente:** Autores

**4.4.2.6 Fallo al capturar Dirección Destino.** En esta secuencia describe la interacción entre actores y servicios del sistema cuando se produce un error al capturar la dirección de destino.

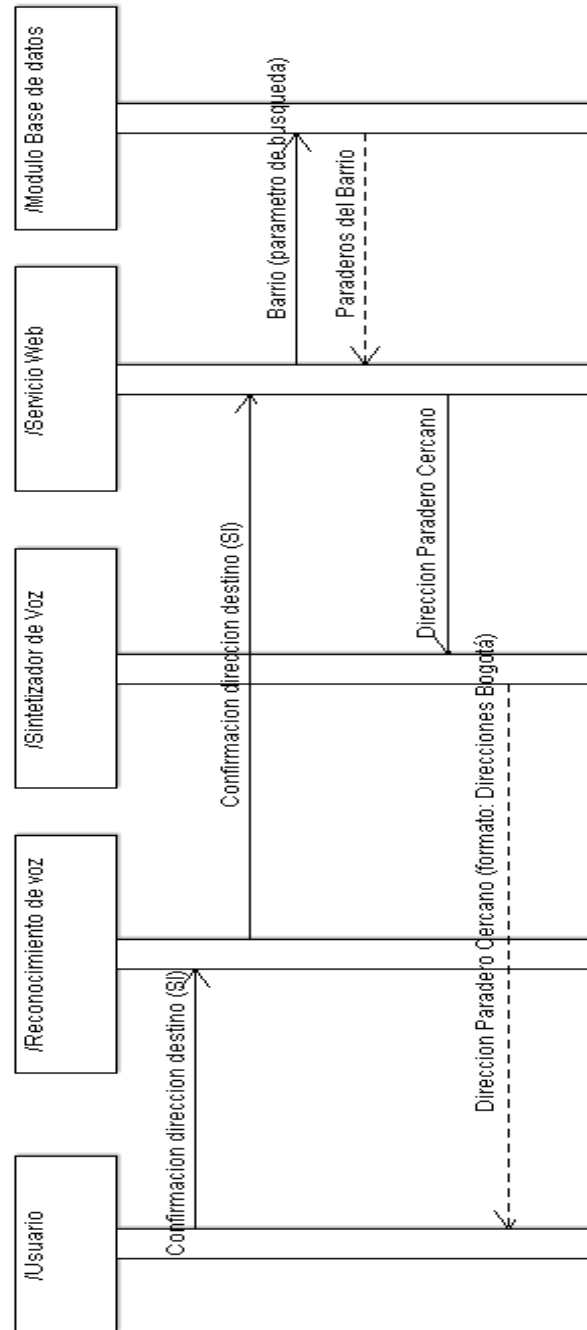
**Figura 17.** Error capturar dirección destino



**Fuente:** Autores

**4.4.2.7 Obtener Paradero Cercano.** La siguiente secuencia describe la interacción entre los actores y objetos del sistema, cuando se realiza el cálculo del paradero más cercano.

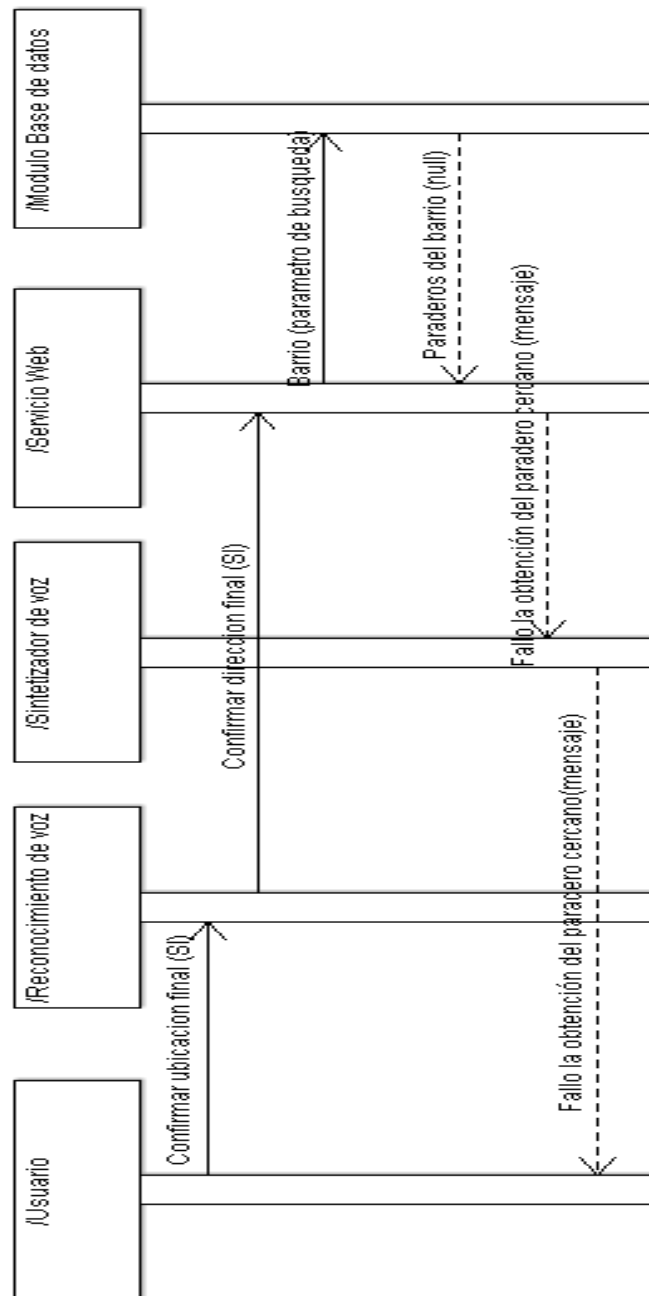
**Figura 18.** Paradero Cercano



**Fuente:** Autores

**4.4.2.8 Fallo Obtener Paradero Cercano.** En esta secuencia describe la interacción entre actores y objetos del sistema cuando se produce un error al obtener el paradero cercano.

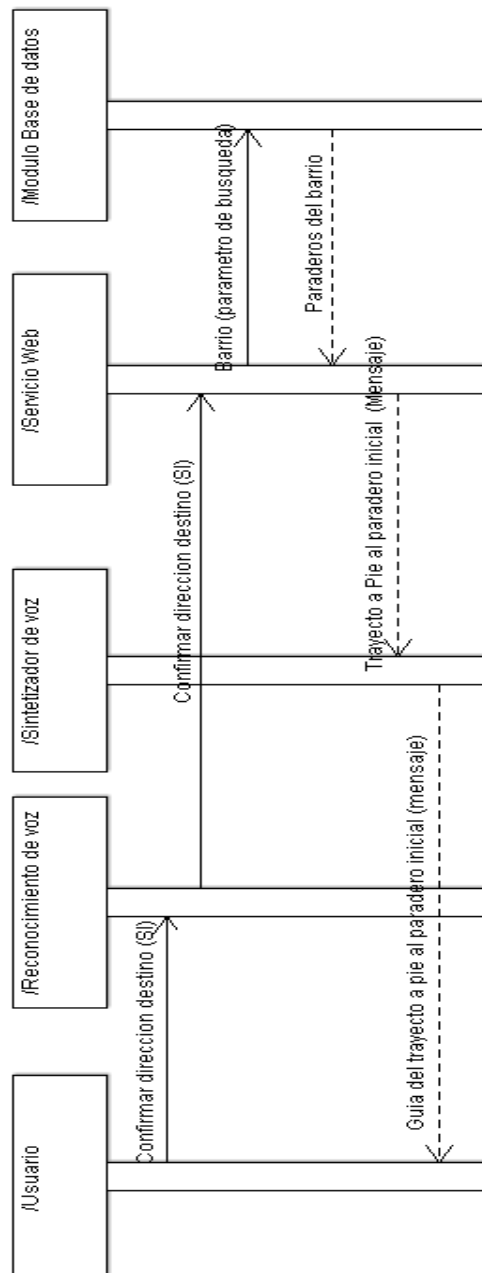
**Figura 19.** Obtener paradero cercano.



**Fuente:** Autores

**4.4.2.9 Generar trayecto a pie al paradero inicial.** Se representa la interacción entre los actores y objetos del sistema cuando se obtiene el trayecto a pie al paradero inicial o de partida.

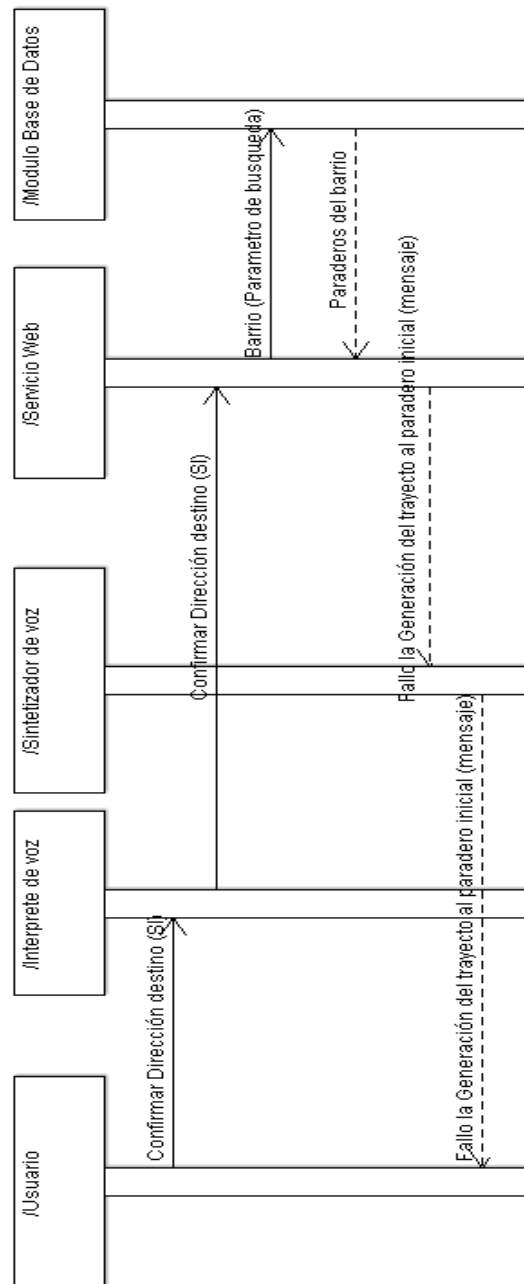
**Figura 20.** Trayecto a pie al paradero inicial



**Fuente:** Autores

**4.4.2.10 Fallo trayecto a pie al paradero inicial.** Describe la interacción entre actores y objetos del sistema cuando se produce un error al obtener o calcular el trayecto a pie al paradero inicial.

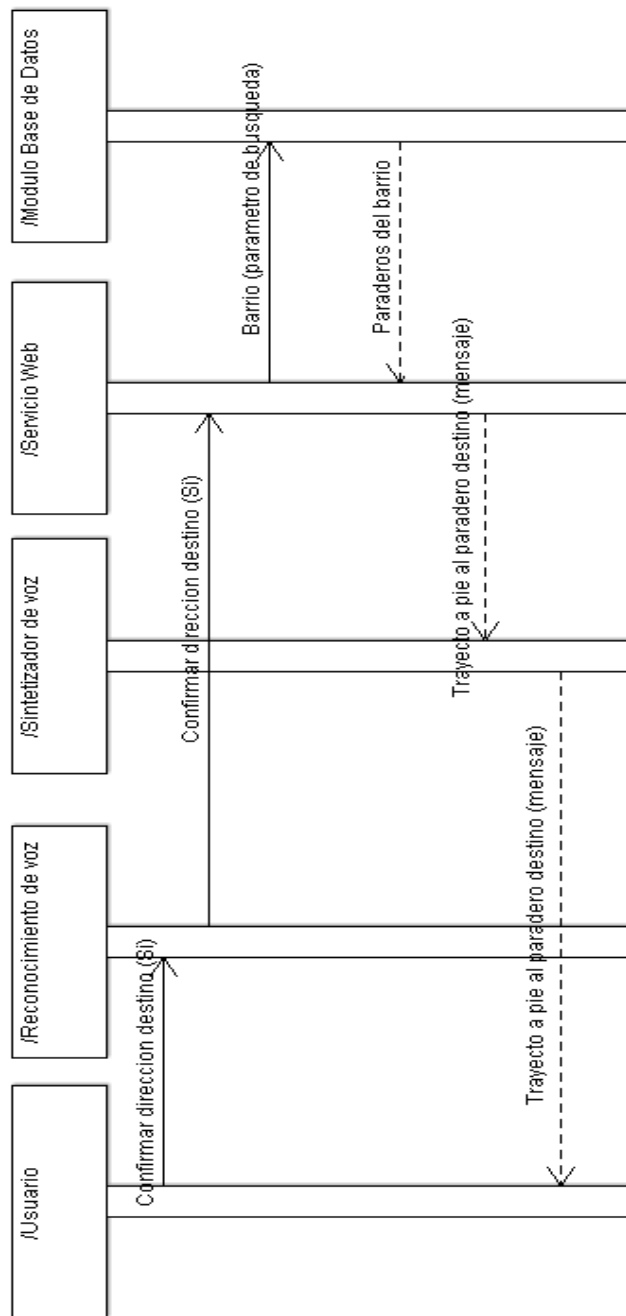
**Figura 21.** Fallo trayecto a pie al paradero inicial



**Fuente:** Autores

**4.4.2.11 Generar trayecto a pie al paradero destino.** Describe la interacción entre actores y objetos del sistema cuando se genera el trayecto a pie al paradero destino.

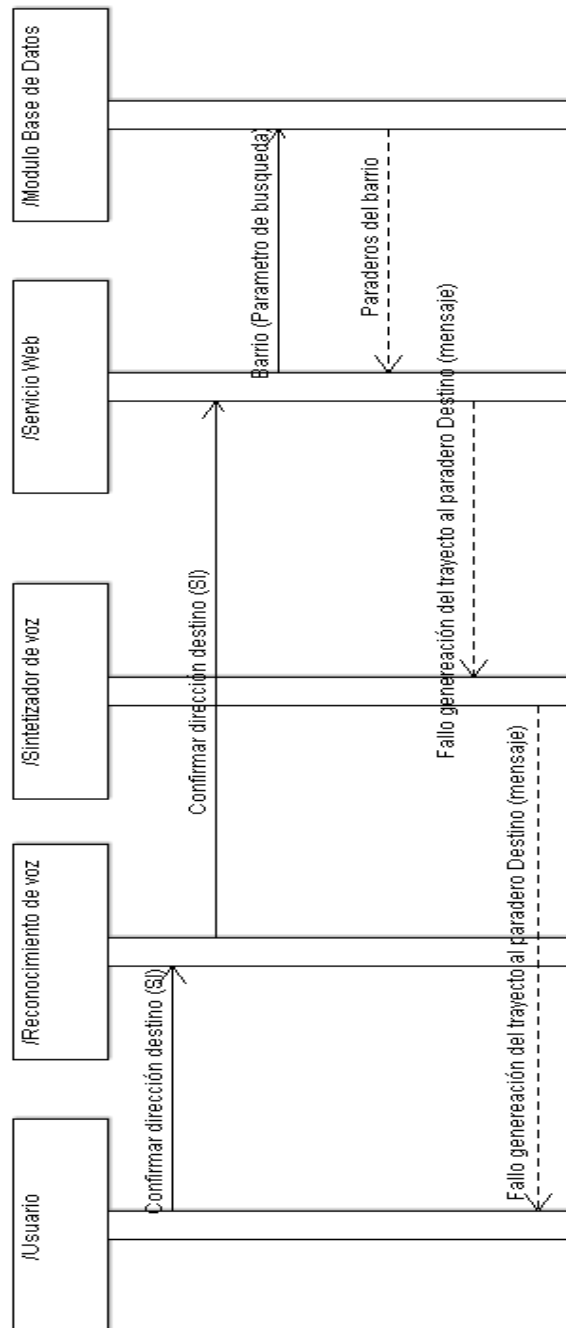
**Figura 22.** Trayecto a pie al paradero Destino



**Fuente:** Autores

**4.4.2.12 Fallo trayecto a pie al paradero destino.** Describe la secuencia que se realiza cuando se produce un error al generar el trayecto a pie al paradero destino.

**Figura 23.** Fallo trayecto a pie al paradero Destino

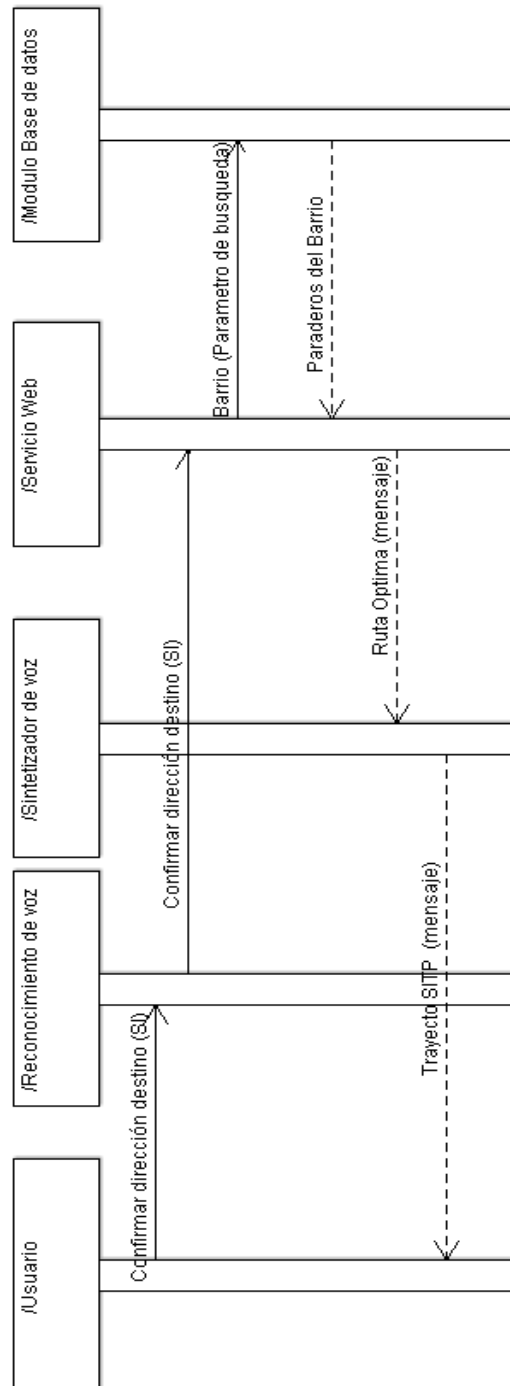


**Fuente:** Autores



**4.4.2.13 Generar Trayecto (SITP).** El siguiente diagrama describe la interacción entre los actores y objetos del sistema para generar el trayecto en SITP.

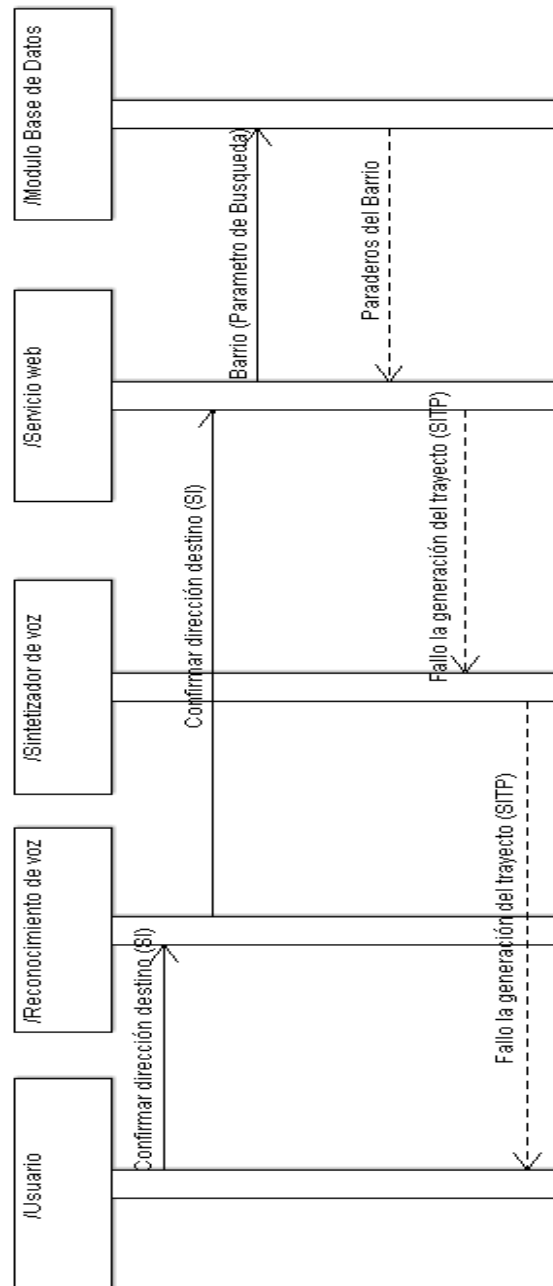
**Figura 24.** Trayecto (SITP)



**Fuente:** Autores

**4.4.2.14 Fallo Generar Trayecto (SITP).** El siguiente diagrama describe la interacción entre los actores y objetos del sistema cuando se produce un error al generar el trayecto en SITP.

**Figura 25.** Fallo Generar Trayecto (SITP)



**Fuente:** Autores

## 4.5 DISEÑO DETALLADO

**4.5.1 Descripción de la Arquitectura.** Para llevar a cabo la implementación funcional del sistema “Lazarillo”, se realizó el diseño basándose en el patrón de arquitectura Modelo Vista Controlador:

- Capa de presentación
- Controlador
- Capa de negocio
- Capa de persistencia

**4.5.2 Capa de presentación (Modelo de comunicación).** La interacción del usuario con discapacidad visual y la aplicación se realizan utilizando un intérprete de voz, este interprete se encarga de recibir las solicitudes del usuario y enviárselas al componente controlador, las respuestas obtenidas para cada una de las solicitudes son transmitidas al usuario por medio del sintetizador de voz, el cual se encargará de informar al usuario los mensajes producidos por la aplicación. Estos componentes se desarrollan utilizando el paquete ADT (Android Developer Tools) e implementando las librerías existentes TextToSpeech de la API de Android.

- **Controlador.** En este módulo se ubican los componentes encargados de comunicar la capa de presentación con la capa de negocio.
- **Capa del negocio (Web Service Lazarillo Servicio).** En este módulo se ubican los componentes con la lógica del negocio. Para el desarrollo de esta capa se implementó un web service del tipo RESful. Las operaciones de persistencia se delegan a los objetos JPA.
- **Capa de persistencia.** Los servicios de persistencia del sistema se implementan mediante el uso de JDBC, el cual provee acceso a bases de datos relacionales, tales como ORACLE la cual es utilizada en el proyecto. La lógica de acceso a datos se encapsula en clases JPA que proveen los métodos de inserción, actualización, eliminación y recuperación de datos a las capas superiores.

#### 4.5.3 Descripción de componentes. A continuación, se describen los componentes que hacen parte de la funcionalidad del sistema.

- **Sintetizador de voz.** El sintetizador de voz es el encargado de convertir los mensajes generados por el sistema en voz sintética. Para el desarrollo de este componente se utilizó la librería TextToSpeech de Android.
- **Interprete de voz.** El intérprete de voz es el encargado de convertir los mensajes de voz ingresados por el usuario en cadenas de caracteres, esto con el fin de que la información pueda ser manejada por el sistema. Para el desarrollo de este componente se utilizó la librería TextToSpeech de Android.
- **Obtener el paradero más cercano.** Este componente implementa las reglas de negocio necesarias para obtener el paradero más cercano a la ubicación actual y destino.
- **Generar trayecto a pie.** Este componente implementa las reglas de negocio necesarias para generar el trayecto a pie que va desde la ubicación inicial al paradero inicial y del paradero final a la ubicación final.
- **Generar trayecto (SITP).** Este componente implementa las reglas de negocio necesarias para generar el trayecto que se debe seguir en el sistema integrado de transporte público para llegar al paradero destino correspondiente.

## 5 IMPLEMENTACIÓN

Con el fin de implementar una solución escalable y entendible al momento de interpretar su funcionalidad o de realizar un cambio sobre la misma se establecieron los siguientes estándares para el nombramiento de sus componentes tanto en la implementación realizada en los lenguajes, Android, Java y SQL.

### 5.1 NOMBRAMIENTO DE CLASES

A continuación, se describen los parámetros que se tuvieron en cuenta al momento de nombrar las clases que fueron implementadas.

- Los nombres de las clases deben describir su funcionalidad principal.
- Deben iniciar con su primera letra en mayúscula.
- Si el nombre de la clase está compuesto por dos o más palabras, se debe iniciar cada una de estas con letra mayúscula, ejemplo: Servicio Lazarillo.
- Si contiene más de una palabra en su nombre, no debe separarse por ningún carácter especial.

### 5.2 NOMBRAMIENTO DE MÉTODOS

- Los nombres de los métodos deben describir su funcionalidad.
- Deben ser representados como un verbo.
- El nombre del método debe iniciar con minúscula.
- Si el nombre del método está compuesto por dos o más palabras, se debe iniciar la segunda palabra con mayúscula, ejemplo: **calcular Ruta**.
- Si contiene más de una palabra en su nombre, no debe separarse por ningún carácter especial.

### 5.3 NOMBRAMIENTO DE ATRIBUTOS

- Los nombres de los atributos deben indicar cuál es la característica que representa.

- El nombre del atributo debe ser escrito en letra minúscula.
- Si el nombre está compuesto por dos o más palabras, se debe separar con el carácter especial guion bajo “\_”.

## 5.4 NOMBRAMIENTO DE TABLAS

- Los nombres de las tablas deben describir la entidad que representan.
- El nombre de la tabla debe iniciar con mayúscula.
- Si el nombre de la tabla está compuesto por dos o más palabras, se debe iniciar cada una de estas con letra mayúscula, ejemplo: Tipo Paradero.
- Si contiene más de una palabra en su nombre no debe separarse con ningún carácter especial.

## 5.5 ESTÁNDAR DE CODIFICACIÓN

Con el fin de realizar una implementación de software con un alto nivel de mantenimiento se aplicarán estándares de programación basados en los presentados en The Java Language Specification (Gosling, et al., 2005).

**5.5.1 Organización de archivos.** Los archivos deben estar separados por líneas en blanco y comentarios que identifiquen cada sección.

Se deben evitar los archivos de más de 2000 líneas

**5.5.2 Ficheros fuente Java.** Los archivos fuente java contienen una única clase o interface pública. Cuando las clases o interfaces privadas están asociadas a una clase publica, pueden ponerse en el mismo archivo que la clase pública. La clase o interfaz pública debe ser la primera clase o interface del archivo.

Los archivos fuente tienen el siguiente orden:

- Comentario de inicio.
- Sentencias package e import.
- Declaraciones de clases e interfaces.

**5.5.3 Comentarios de inicio.** Todos los archivos fuente deben comenzar con un comentario en el que se lista el nombre de la clase, información de la versión y fecha.

```
* Nombre de la clase
*
* Información de la versión
*
* Fecha
*
```

**5.5.4 Sentencias package e import.** La primera línea sin comentarios de los archivos fuente de java es la sentencia *package*. Después de esta, pueden seguir varias sentencias *import*.

Nota: el nombre del paquete se escribe en minúsculas con caracteres ASCII y deben ser uno de los nombres de dominio de último nivel o uno de los códigos ingleses de dos letras que especifican el país como se define en el ISO Standard 3166, 1981.

**5.5.5 Declaración de clases e interfaces.** A continuación, se describe las partes de la declaración de una clase o interface en el orden que deben aparecer.

**Tabla 9.** Declaración de clases e interfaces

Declaración de una clase o interface	Notas
<p>Comentario de documentación de la clase o interface.</p> <pre>/**  * La descripción de la clase viene aquí.  *  * @versión datos de la versión (número y fecha)  * @author Nombre Apellido  */</pre>	<p>Se debe realizar un comentario antes de la declaración de la clase o interface, los cuales en sus primeras líneas deben contener la descripción de la clase o interface, la versión, y el autor.</p>

Sentencia class o interface	Declaración de la clase o interface.
Comentario de implementación de la clase o interface (Opcional).  /** * comentario de clase o interface */	En este comentario contiene toda la información que describe el comportamiento de la clase o interface.
Variables static de clase	El orden de las variables debe ser el siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• public</li> <li>• protected</li> <li>• variables de nivel de paquete “sin modificador de acceso”</li> <li>• private</li> </ul>
Variables de instancia	El orden de las variables debe ser el siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• public</li> <li>• protected</li> <li>• variables de nivel de paquete “sin modificador de acceso”</li> <li>• private</li> </ul>
Constructores	
Comentario de implementación de métodos  /** * Comentario del método. * @param * @return */	Antes de la declaración de un método se realizan los comentarios que describen su funcionalidad, parámetros de entrada y retorno, de ser necesario.
Métodos	Los métodos se deben agrupar por



	funcionalidad sin tener en cuenta su privacidad.
--	--

**Fuente:** Autores

**5.5.6 Indentación.** Se debe emplear cuatro espacios como unidad de indentación. La tabulación utilizada debe ser de 8 espacios.

**5.5.7 Longitud de línea.** Se deben evitar líneas mayores de 70 caracteres, con el fin de facilitar la documentación.

**5.5.8 Rompimiento entre líneas.** Para realizar un rompimiento adecuado de una línea, se deben seguir las siguientes reglas:

- Romper después de una coma.
- Romper antes de un operador.
- Realizar roturas de alto nivel<sup>12</sup>
- Alinear la nueva línea con el comienzo de la expresión al mismo nivel de la línea anterior.

**5.5.9 Comentarios.** Con el fin de que la aplicación sea entendible y ordenada se siguen los siguientes principios a la hora de realizar comentarios sobre el código realizado.

- Los comentarios no deben encerrarse en asteriscos.
- No se deben incluir caracteres especiales.
- Los comentarios deben ir delimitados según su función:
  - Comentarios de una sola línea = //Ejemplo
  - Comentarios de implementación = /\* Ejemplo \*/
  - Comentarios de documentación = /\*\*Ejemplo\*/

---

<sup>12</sup>Roturas de alto nivel son aquellas que van más a la derecha del “padre”

### 5.5.10 Declaraciones

- **Declaración por línea.** Al momento de realizar la declaración de atributos, variables y objetos, se debe realizar línea por línea al igual no se deben poner diferentes tipos de atributos en la misma línea.

En las declaraciones debe haber un espacio entre la privacidad, el tipo y el identificador del atributo.

- **Inicialización.** Se deben inicializar las variables donde se declaran a menos de que se trate de una variable que dependa de uno o más cálculos que se deban realizar antes.
- **Localización.** Con el fin de facilitar la portabilidad del código, se deben realizar las declaraciones únicamente al iniciar un bloque de código, entiéndase por bloque de código aquel que se encuentra encerrado entre llaves o corchetes.

No se debe declarar una variable de un bloque superior de código en un bloque interno.

- **Declaraciones de clases e interfaces.** Se debe seguir el formato al realizar la implementación de clases e interfaces en java.
  - No se debe separar con espacios el nombre de un método y el paréntesis que inicia la lista de parámetros.
  - La apertura de corchetes debe ir al final de la línea de declaración.
  - Los métodos se deben separar con un salto de línea.

## 6 PRUEBAS

### 6.1 PRUEBAS FUNCIONALES

Con el fin de realizar un desarrollo de calidad que cumpla con las funciones especificadas se diseñaron casos de pruebas sobre estas y se realizaron las respectivas pruebas funcionales.

Los casos de pruebas cuentan con la siguiente estructura.

- ID: Está conformado por las siglas CP (Caso de prueba) – Consecutivo – Nombre del caso de prueba.
- Fecha: Corresponde a la fecha de creación del caso de prueba.
- Precondiciones: Se describen las precondiciones que se dan para ejecutar el caso de prueba.
- Descripción: Se da una pequeña descripción de la prueba.
- Pasos: Se describen los pasos que se deben seguir para ejecutar el caso de prueba.
- Resultado esperado: Se describe cual es el resultado que se espera al ejecutar la prueba.
- Tipo de Prueba: Se define si el caso corresponde a una prueba de.
  - o Usabilidad
  - o Interfaz de usuario
  - o Reglas de negocio
  - o Base de datos

En la figura 25 se observa el primer caso de prueba diseñado para la aplicación.

**Figura 26.** CP-001-Ejecutar Aplicación.

Diseño Casos de Prueba						
ID	Fecha	Precondiciones	Descripción	Pasos	* Resultado esperado	* Tipo Caso de Prueba
CP-001 - Ejecutar Aplicación	10/09/2014	Tener instalada la aplicación	Abrir la aplicación lazarillo en el Smartphone.	Acceder a la pantalla de aplicaciones android y seleccionar la aplicación lazarillo.	Se debe desplegar la aplicación correctamente.	Usabilidad

**Fuente:** Autores

Los casos de pruebas se pueden encontrar en la hoja de cálculo (*Casos De Prueba.xls*).

## **7 VALIDACIÓN**

Con el propósito de validar la contribución de “Lazarillo” al acceso y movilidad de las personas en condición de discapacidad visual en el sistema integrado de transporte público se decidió aplicar (TAM). El principal objetivo de TAM es diseñar instrumentos para predecir la aceptación de sistemas de software e identificar cambios antes de entrar en operación un sistema de software {Davis: 1989}.

TAM es un framework propuesto por Davis (Davis, 1986), que toma como principio: "el uso de la tecnología depende de la intención de uso del individuo". A la vez la intención de uso está determinada por dos aspectos: la percepción de utilidad definida por el grado en que una persona cree que usando la tecnología aumenta su desempeño y la percepción de facilidad de uso, definida como el grado en que una persona cree que el uso de una tecnología no le implicará esfuerzo.

### **7.1 MÉTODO**

Para lograr el propósito propuesto se adoptó un enfoque cuantitativo y la aplicación de una encuesta de satisfacción {Abu-Dalbouh, 2013} porque permite obtener descripciones de tendencias e interrelaciones en la población con discapacidad visual.

### **7.2 CONTEXTO**

Para realizar la validación por parte de los usuarios se diseñaron casos de prueba específicos donde se valida el correcto funcionamiento de la aplicación y los pasos que se deben seguir para manejarla, donde se tiene en cuenta como una persona con discapacidad visual puede hacer el uso del prototipo de una forma natural y empírica la cual no genere mayores inconvenientes ni confusiones.

### **7.3 OBJETIVO**

El estudio empírico tiene como propósito:

Analizar la herramienta Lazarillo para caracterizarla respecto a usabilidad, facilidad de uso y accesibilidad desde el punto de vista de las personas en condición de discapacidad visual en el contexto de la accesibilidad y movilidad dentro del Sistema Integrado de Transporte Público en la ciudad de Bogotá.

### **7.4 VARIABLES DEPENDIENTES**

- **Usabilidad**

El grado en el cual una persona con discapacidad visual cree que el uso de la herramienta Lazarillo podría mejorar su desempeño en el acceso y movilidad dentro del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) en la ciudad de Bogotá.

- Qué tanto mejora la herramienta la movilidad de la persona con discapacidad visual.
- ¿Permite a la persona con discapacidad visual fortalecer su capacidad de resolver los problemas de desplazamiento?
- ¿Permite a la persona desplazarse de un lugar a otro con independencia y autonomía?
- ¿Hace más flexible el desplazamiento de la persona con discapacidad visual?
- Si existiera una aplicación que lo guíe basándose en su ubicación ¿se sentiría seguro al usarla?

- **Facilidad de uso**

- Qué tan fácil es el uso de una herramienta que se utiliza únicamente por medio de la voz.
- ¿La interacción con la aplicación fue fluida y de fácil uso?

- ¿Las indicaciones dadas por el sistema fueron claras y suficientes?
- ¿Se presentaron problemas al momento de ingresar información?
- ¿Con respecto a otras aplicaciones enfocadas a personas en condición de discapacidad visual, esta cumple con sus expectativas en cuanto a facilidad de uso y utilidad?

- **Accesibilidad**

- Qué tan accesible es para una persona con discapacidad visual acceder a esta herramienta.
- ¿El costo de los equipos le impediría acceder a la herramienta?
- ¿Si la herramienta tuviera un costo le impediría acceder a ella?
- ¿Considera usted que existen suficientes aplicaciones para personas en condición de discapacidad visual?

## 7.5 VARIABLES INDEPENDIENTES

- **Trayecto**

Se evalúa la exactitud del trayecto generado y la guía que recibió el usuario por parte del prototipo durante el mismo.

- Que tan exacta es la información dada por el prototipo durante el trayecto.
- ¿La aplicación cumple con el objetivo de guiarlo hasta el destino indicado?
- ¿La información recibida por parte del prototipo fue la indicada durante el recorrido?

## 7.6 HIPÓTESIS

- **Hipótesis de trabajo:** Al culminar el prototipo, se garantizará que su desarrollo sea claro y sencillo. De igual modo al ser desarrollado el prototipo debe ser

escalable, actualizable, funcional y de fácil manejo para la población con algún tipo de discapacidad visual, al mismo tiempo que permita a esta población interactuar con el Sistema Integrado de transporte de forma confiable y segura.

- **Hipótesis nula:** Los usuarios con algún tipo de discapacidad visual tendrán dificultades al momento de interactuar con la aplicación y con el sistema Integrado de transporte público, lo cual puede llegar confundirlos sobre el funcionamiento de la aplicación y del SITP.

## 7.7 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

- **Participantes**

Para realizar este experimento se contó con profesionales en áreas de conocimiento relacionados con ingeniería de telecomunicaciones e informática, con trabajos e investigaciones desarrolladas en sus áreas de conocimiento.

- **Objeto**

Se evaluó el funcionamiento y respuesta del prototipo lazarillo.

- **Caso de estudio**

Para evaluar el correcto funcionamiento del prototipo, se realizó el diseño de casos de prueba con el fin de asegurar los siguientes aspectos:

- Capacidad de capturar información de forma adecuada por parte del dispositivo.
- Claridad de los mensajes dados por el prototipo.
- Confirmaciones después de ingresar información.
- Capacidad de guiar al usuario a través del trayecto por medio de mensajes de voz.
- Exactitud de la información dada por el prototipo.
- Continuo acompañamiento al usuario.

Para la ejecución de estas pruebas se pobló la base de datos con información de paraderos del SITP del barrio Mandalay en la ciudad de Bogotá, esto con el fin de



realizar un recorrido y determinar la correcta generación de rutas y mensajes informativos que guiaran al usuario durante el trayecto hasta su destino.

Las actividades que se realizaron para la ejecución de pruebas para los escenarios exitosos fueron las siguientes:

- Ingreso al prototipo lazarillo.
- Ingreso de una dirección destino por medio de voz: En este caso se seleccionó una dirección perteneciente al barrio Mandalay en la ciudad de Bogotá.
- Se confirmó la dirección ingresada en el momento que la aplicación lo solicito.
- Se siguieron las indicaciones dadas por el sistema para llegar al paradero de partida.
- Se realizó la espera y posterior abordaje del bus indicado por el sistema
- Se escuchan los distintos mensajes que informan los paraderos por los cuales transita el SITP, durante el trayecto hasta que indica al usuario que se prepare para descender del SITP.
- Se siguen las indicaciones dadas por el sistema para llegar a la dirección destino, indicada por el usuario al inicio del recorrido.

#### • Instrumentalización

Cuestionario con información demográfica: Caracterización de la muestra (Edad, Género, Nivel de discapacidad visual, experiencia en el uso de tecnologías móviles).

- Inducción acerca del uso de Lazarillo:

El prototipo lazarillo, es la implementación de un modelo de comunicación que les permita a personas en condición de discapacidad visual, acceder y transitar en el Sistema Integrado de transporte Público con ayuda de tecnología móvil.

Para la implementación de este prototipo se propuso una comunicación constante entre el usuario y la aplicación por medio de comandos de voz.

Procedimiento de recolección de datos.

En la etapa de recolección de datos se usó la herramienta en línea Google Drive para la creación de encuestas, así como también para guardar y procesar la información ingresada por los encuestados en hojas de cálculo para su posterior análisis.



## 7.8 EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

- **Muestra y preparación**

Se realizó una prueba de campo la cual se efectuó el día 11 de octubre en la carrera 73b # 4-41 del barrio Mandalay en las horas de la tarde, para este experimento se contó con un total de ocho participantes.

A cada participante se le entregó un manual donde se encuentran las instrucciones de uso del prototipo. De igual forma se antes de iniciar el experimento se realizó una explicación del manejo del prototipo al igual que se resolvieron dudas del mismo.

Para iniciar el experimento se estableció una dirección destino la cual indicaría el fin del recorrido y de la prueba, la dirección destino escogida para esta prueba fue Calle 51AS # 79-1.

Del mismo modo se instaló el prototipo en ocho dispositivos con sistema operativo Android.

Con la información ingresada se inicia el trayecto siguiendo las indicaciones dadas por el prototipo hasta llegar al paradero inicial y tomando el bus perteneciente al SITP indicado por el sistema.

En el transcurso del recorrido se escuchan los paraderos por los cuales pasa el bus, al igual se escucha el mensaje informativo que indica que se está próximo al paradero destino y debe prepararse para descender del bus.

Así, al momento de descender del bus se inicia el recorrido hasta la dirección destino, para lo cual se siguen las indicaciones dadas por el sistema y se finaliza el recorrido.

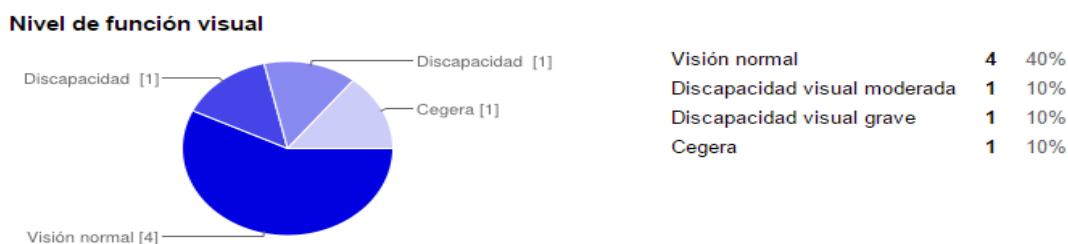
## 7.9 ANÁLISIS DE DATOS

**7.9.1 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.** Para la muestra se contó con una muestra de diez individuos entre 21 y los 40 años donde.

- De los 21 a los 25 años representan el 40% de la población.
- De los 26 a los 30 años representan el 30% de la población.
- Y un 30% son los mayores de 31 años.
- De los encuestados el 90% fueron hombres y el 10% mujeres.

En la Figura 276 se puede observar la información correspondiente al nivel de función visual de los participantes.

**Figura 276.** Nivel de función visual

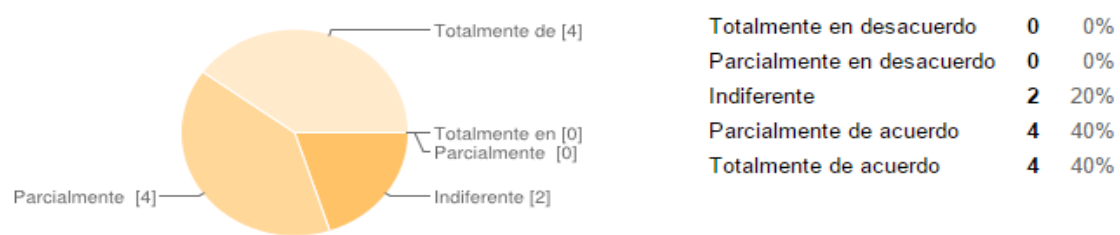


**Fuente:** Autores

## 7.9.2 ANÁLISIS POR PREGUNTA

En la primera pregunta se evalúa la capacidad de la aplicación para resolver los problemas de desplazamiento, en la figura 27, se observa que la mayoría de los encuestados están conformes con esta afirmación y un 20% de ellos no ven mayor beneficio de esta.

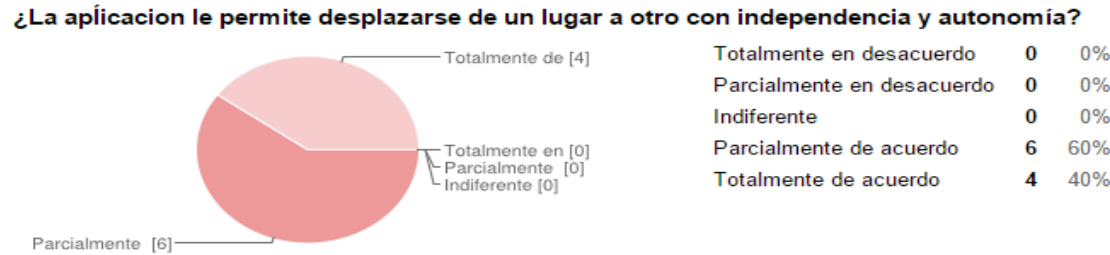
**Figura 287.** Resultado de la encuesta que resuelve el problema de desplazamiento



**Fuente:** Autores

En la siguiente pregunta se evalúa la capacidad de la aplicación de brindad independencia y autonomía a las personas, se evidencia que los encuestados están conformes con lo mostrado de la aplicación y piensan que puede esta puede ser mejor como se puede observar en la figura 28.

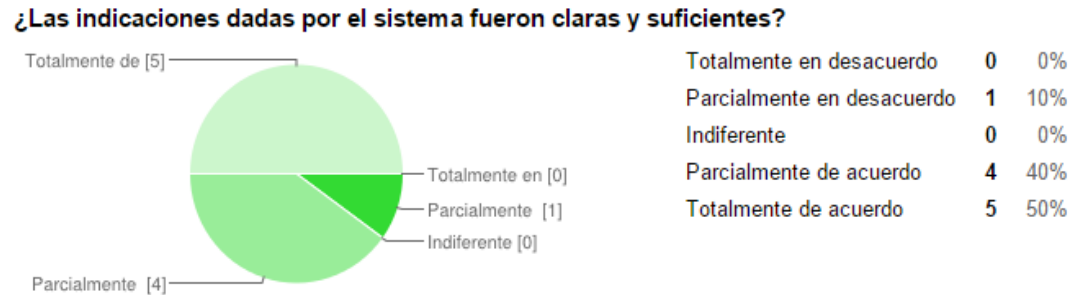
**Figura 298.** Resultado de la encuesta indicando la independencia y autonomía del desplazamiento



**Fuente:** Autores

Se observa que en la Figura 309 al evaluar las indicaciones recibidas por el sistema, se puede observar que existe una minoría que no está conforme con la información recibida, otra gran parte de la muestra está conforme y cree que puede mejorar, y la mayoría está conforme con la información recibida.

**Figura 309.** Resultado de encuesta que visualizan el comportamiento de las indicaciones



**Fuente:** Autores

Se puede observar en la figura 30, que con respecto al ingreso de información se puede observar que un 30% de los encuestados presentaron inconvenientes al ingresar información y consideran que es algo que afecta al desempeño de la aplicación, además se puede observar que a un 10% le es indiferentes las anomalías que se pudieron presentar y la mayoría está conforme con la forma en que se ingresó la información.

**Figura 31.** Resultado encuesta acerca de la presentación de problemas al ingresar información



**Fuente:** Autores

Al preguntar cómo perciben la aplicación frente a otras aplicaciones en cuanto a facilidad de uso y utilidad, se puede observar que la mayoría está conforme con la aplicación y considera que puede mejorar como se muestra en la Figura 32.

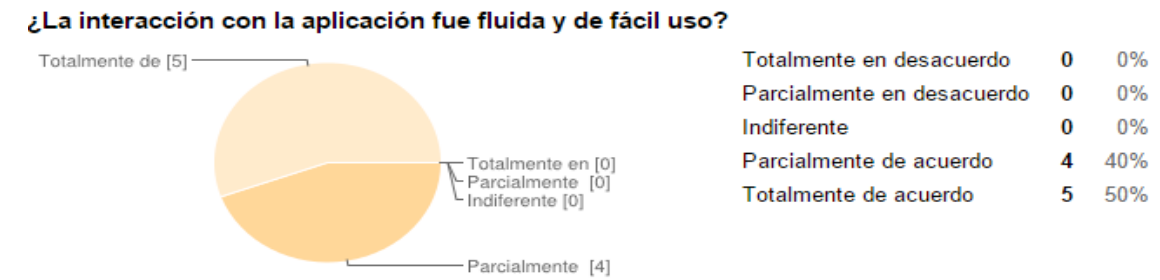
**Figura 321.** Resultado encuesta expectativas comparativas



**Fuente:** Autores

En la Figura 33, se puede observar que la mayoría está conforme con el funcionamiento de la aplicación.

**Figura 332.** Resultado encuesta interacción con la aplicación



**Fuente:** Autores

En la Figura 34, se puede observar que la opinión está dividida en cuanto si el costo les impediría acceder a la aplicación.

Figura 343. Resultado encuesta costo de los equipos

¿El costo de los equipos le impediría acceder a la herramienta?



Fuente: Autores

De igual forma se evidencia que existen diferentes opiniones en cuanto si les impediría acceder a la aplicación si esta tuviera un costo, como se observa en la Figura 354.

Figura 35. Resultado encuesta acerca del costo de la aplicación

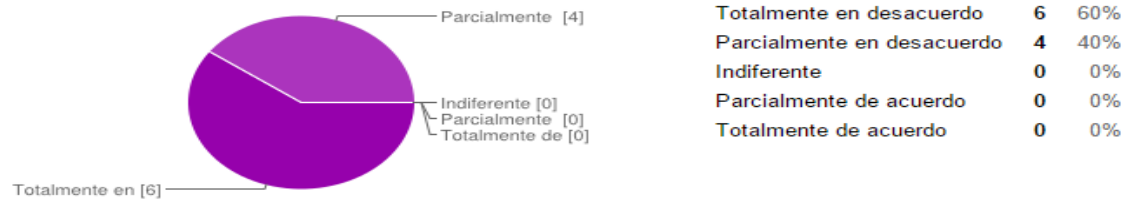
¿Si la herramienta tuviera un costo le impediría acceder a ella?



Fuente: Autores

En la Figura 365, se puede observar que la mayoría de los encuestados están de acuerdo en que existen pocas aplicaciones que apoyen a las personas en condición de discapacidad visual.

Figura 365. Resultado encuesta acerca de la cantidad de aplicaciones para discapacidad visual



Fuente: Autores



### 7.9.3 PRUEBA DE LAS HIPÓTESIS

- **Utilidad:** En cuanto a utilidad se puede observar en las preguntas 1, 2, 3, 4, que las personas están de acuerdo en que la aplicación es de gran utilidad para la comunidad, y se deben hacer mejoras.
- **Facilidad de uso:** De acuerdo a los resultados de las preguntas 5, 6, 7, se puede determinar que en general están satisfechos con respecto a la facilidad al usar la aplicación.
- **Accesibilidad:** Con respecto a la accesibilidad de la aplicación se puede determinar que las personas preferirían que la aplicación no tenga costo y no existen mayores inconvenientes en conseguir un teléfono que cumpla las características para el uso de la aplicación, de igual forma se puede evidenciar que no están conformes con la cantidad de aplicaciones que existen actualmente para las personas en condición de discapacidad visual.

## 7.10 DISCUSIÓN

Para la obtención y realizar el análisis de resultados se realizó una encuesta a personas en condición de discapacidad visual y profesionales en áreas de conocimiento relacionados con ingeniería de telecomunicaciones e informática, donde se expone el prototipo realizado y se evalúan los siguientes tres aspectos.

- Accesibilidad de las personas a la tecnología.
- Facilidad de uso de la herramienta propuesta.
- Utilidad de la herramienta para las personas.

Teniendo en cuenta los resultados de las encuestas se determina que el prototipo cuenta con características de funcionalidad y facilidad de uso que sirven como apoyo a la comunidad de personas en condición de discapacidad visual y de igual forma que existen funciones a mejorar o que se pueden explotar de mejor forma, con el fin de que los usuarios este totalmente satisfechos.

En cuanto a la accesibilidad de la aplicación la mayoría de los encuestados están de acuerdo en que la aplicación debe ser gratuita con el fin de que llegue a la mayoría de la comunidad.

## **8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **8.1 CONCLUSIONES**

A lo largo del desarrollo del presente proyecto se llegó a las siguientes conclusiones mostradas a continuación.

- Se realizó la implementación de un prototipo con el nombre clave “Lazarillo”, el cual consiste de un conjunto de funcionalidades, herramientas y tecnologías utilizadas con el fin de realizar una interacción entre el usuario con discapacidad visual y un dispositivo móvil, por medio de comandos de voz.
- Se especificó e implemento un modelo de comunicación que permite a los usuarios dictar información y comandos a la aplicación para que esta la procese y resuelva las respectivas solicitudes dando la respuesta por medio de un sintetizador de voz.
- Se debe invertir más esfuerzos para la realización de proyectos, que con el uso de la tecnología en general se pueda apoyar a la población con discapacidad visual con el fin de poderles brindar mayor independencia y autonomía en las tareas y trabajos que realizan diariamente.
- Por otra parte, se encontraron dificultades para acceder a los datos correspondientes a paraderos y rutas, del sistema integrado de transporte público, debido a que esta información no le pertenece a una entidad pública si no a un tercero.

## **8.2 RECOMENDACIONES**

Dentro de un proyecto como este, siempre se desea que haya una mejora del mismo; por lo tanto, se recomienda a aquellos que se encuentren interesados en el proyecto, la complementación del sistema incluyendo mejoras y funcionalidades en la forma que se transmite la información al usuario teniendo en cuenta otras tecnologías y dispositivos.

Otra recomendación sería incluir otras formas de comunicación entre el usuario con discapacidad visual y el dispositivo, que no dependa únicamente de la voz y tenga en cuenta otras tecnologías.

## BIBLIOGRAFÍA

BORREGO, Jose Alejandro, Actividades Para La Implementación Del SITP. Bogotá, 2011, 79p. Universidad Nacional de Colombia.

FLORES MURO, Brenda y CONTRERAS DELGADO, Cesar Eduardo, Modelo de investigación, aplicado en el desarrollo de software. Caso de estudio en instituciones publicas de educación superior. En: Revista de Estudios Politécnicos. Vol.; 6. No 9. (May, 2008), p. 2-22.

GEEKANDTECH. Crean el primer sistema de navegación GPS para invidentes en unos zapatos. {En línea}. {18 Octubre de 2011} Disponible en: (<http://www.geekandtech.com/2011/10/crean-el-primer-sistema-de-navegacion-gps-para-invidentes-en-unos-zapatos>).

GOSLING, James. The Java Language Specification. Third Edition. No 3. Santa Clara : ADDISON-WESLEY, 2005.

HERNANDEZ MOLINA, Ignacio. La Formulacion de proyectos en ciencias e ingenierias. Bogota: Universidad Piloto de Colombia, 2012. 272p.

HEYERDAHL REENSKAUG, Trygve Mikkjel. The Model-View-Controller (MVC) Its Past and Present. Oslo, 2003. 16p.

LÓPEZ BONILLA, Luis Miguel y LÓPEZ BONILLA, Jesús Manuel. Estudio Comparado De Las Estimaciones De Dos Versiones Del Modelo De Aceptación De La Tecnología (Tam) Mediante Los Progamas Amos Y Pls. En: Investigaciones Europeas. Vol.; 12. No 3 (Nov, 2006), Pág. 95-110.

MASS FACTORY. App movil OnTheBus. {En línea}. {12 Septiembre de 2012} disponible en: ([https:// www.appandtown.com](https://www.appandtown.com)).

MOOVIT. Moovit bus metro y cercanias. {En línea}. {08 Marzo de 2014} disponible en: (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tranzmate&hl=es>).

NATIONAL EYE INSTITUTE (NEI). Low Vision {En línea}. {10 Marzo de 2014} disponible en: (<https://www.nei.nih.gov/>).

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. Visual impairment and blindness. {En línea}. {08 Marzo de 2014}. Disponible en: (<http://www.who.int/en/>).

PEÑARRREDONDA, José Luis. No se vuelva a perder en TransMilenio con estas 'apps' para Android. {En línea}, {9 de Septiembre de 2012} disponible en: (<http://www.enter.co/especiales/universoAndroid/no-se-vuelva-a-perder-en-en-Transmilenio-con-estas-apps-para-Android/>).

POTENCIER, Fabien y ZANINOTTO, François. Symfony 1.2, la guía definitiva. {En línea}. {05 Diciembre de 2012} disponible en: ([http://librosweb.es/libro/symfony\\_1\\_2](http://librosweb.es/libro/symfony_1_2)).

REENSKAUG HEYERDAHL, Trygve Mikkjel, Controller (MVC) Its Past and Present. 2003, 16p. Universidad de Oslo.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española. Edición 23, 2014.

RUIZ, Nicolás Manuel y ACOSTA CANO, Víctor Manuel, Sistema autónomo en los buses para personas con limitación visual. Bogotá, 2012, 79p. Trabajo de grado (Ingeniero de Sistemas). Universidad EAN. Facultad de Ingeniería.

UNIÓN TEMPORAL INTRA - MOVICONULT. *Diseño Y Evaluación De Alternativas De Accesibilidad Para Los Usuarios Del Sitp En Condición De Discapacidad*. Bogotá. MOVICONULT, 2012.

URAZÁN BONELLS, Carlos Felipe y VELANDIA DURÁN, Edder Alexander. Consideraciones sobre el esquema del Sistema Integrado de Transporte Público para Bogotá. En: Épsilon. No 18 (Ene – Jun, 2012); Pág. 105-121.

VIVAS, Sonia. Programación de Telefonía Móvil Para la Selección Óptima de Combinación de Rutas en Transmilenio. Universidad de Los Andes. Bogotá : s.n., 2006. Tesis.

WINSTOM, Patric Henry. Artificial Intelligence. Tercera Edicion. Massachusetts: ADDISON-WESLEY, 1992. 640p.

YANKO DESIGN. Touchphone For The Blind. {En línea}. {12 de Septiembre 2012}  
disponible en:(<http://www.yankodesign.com/tag/b-touch-innovative-mobile-touchphone-for-the-blind-by-zhenwei-you>).

## ANEXOS

### ANEXO A. VALOR DEL PROYECTO

El valor a continuación teniendo en cuenta los gastos actuales y futuros que podrían producirse durante la realización de la investigación.

Cabe aclarar que estos gastos pueden aumentar con la adquisición de nuevo software, servicios, equipos o personal.

Los valores se dan en valores de pesos colombianos (COP), al igual que se diferencia si son valores que se sostienen mensualmente, anualmente o inmuebles.

#### Gastos Mensuales.

<b>Gastos Mensuales</b>	
<b>Recurso/Servicio</b>	<b>Valor</b>
<b>Dos Ingenieros Desarrolladores</b>	\$ 6.000.000
<b>Agua</b>	\$ 120.000
<b>Luz</b>	\$ 45.000
<b>Teléfono</b>	\$ 70.000
<b>Papelería</b>	\$ 15.000
<b>Transporte</b>	\$ 200.000
<b>Total</b>	\$ 6.450.000

#### Inmuebles

<b>Inmuebles</b>	
<b>Recurso</b>	<b>Valor</b>
<b>Computadores para dos ingenieros</b>	\$ 4.000.000
<b>Total</b>	\$ 4.000.000



## ANEXO B. RECURSOS DE SOFTWARE

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
<b>Eclipse Juno</b>	Es un <u>entorno de desarrollo integrado</u> (IDE),
<b>SQL Oracle 11G</b>	Es un sistema para la gestión de <u>bases de datos</u> producido por Oracle basado en el modelo relacional.
<b>JDeveloper 12</b>	Es un entorno de desarrollo integrado (IDE)
<b>ADT Plugin</b>	ADT (Android Development Tools), Es un complemento para el entorno de desarrollo Eclipse, el cual permite construir aplicaciones para el sistema operativo Android.
<b>Argo UML</b>	Es una aplicación de diagramado de <u>UML</u> .
<b>Microsoft Project</b>	Es un <u>software de administración de proyectos</u> , utilizado asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.

## ANEXO C. PLAN DE TRABAJO

**Figura 36.** Plan de trabajo

Id	Mod de tarea	Nombre de tarea	Duració	Comienzo	Fin	Pre	Nombres de los recursos
1		<b>Analisis y Diseño</b>	<b>27 días</b>	<b>sáb 01/03/14</b>	<b>lun 07/04/14</b>		
2		Plan de Riesgos	3 días	sáb 01/03/14	mar 04/03/14		Edwin Castro Martin, Wilson Dai
3		Levantamiento de Requerimientos Funcionales y no funcionales	3 días	mié 05/03/14	vie 07/03/14	2	Edwin Castro Martin, Wilson Daniel Russi
4		Revision	2 días	vie 07/03/14	lun 10/03/14		Gilberto Pedraza
5		Especificacion de Requerimientos	3 días	lun 10/03/14	mié 12/03/14	3	Edwin Castro Martin, Wilson Daniel Russi
6		Diagrama de Casos de Uso	7 días	jue 13/03/14	vie 21/03/14	5	Edwin Castro Martin, Wilson Dai
7		Diagrama de Secuencia	3 días	lun 24/03/14	mié 26/03/14	6	Edwin Castro Martin, Wilson Dai
8		Diseño de Base de Datos	4 días	jue 27/03/14	mar 01/04/14	7	Edwin Castro Martin, Wilson Dai
9		Diseño de Clases	3 días	mié 02/04/14	vie 04/04/14	8	Edwin Castro Martin, Wilson Dai
10		Revision	2 días	vie 04/04/14	lun 07/04/14		Gilberto Pedraza
11		<b>Implementacion</b>	<b>22 días</b>	<b>jue 03/04/14</b>	<b>vie 02/05/14</b>		
12		Scripts Base de datos	7 días	jue 03/04/14	vie 11/04/14		Edwin Castro Martin
13		App Movil en Android	15 días	lun 14/04/14	vie 02/05/14	12	Wilson Daniel Russi
14		<b>Plan de Pruebas</b>	<b>7 días</b>	<b>vie 02/05/14</b>	<b>lun 12/05/14</b>		
15		Prueba de Estrés	3 días	vie 02/05/14	mar 06/05/14		Edwin Castro Martin
16		Preba de verificacion	4 días	mié 07/05/14	lun 12/05/14	15	Edwin Castro Martin
17		<b>Documentacion</b>	<b>6 días</b>	<b>mié 14/05/14</b>	<b>mié 21/05/14</b>		
18		Manual de Usuario	2 días	mié 14/05/14	jue 15/05/14		Edwin Castro Martin
19		Manual Tecnico	2 días	vie 16/05/14	lun 19/05/14	18	Wilson Daniel Russi
20		Documento Final	2 días	mar 20/05/14	mié 21/05/14	19	Edwin Castro Martin, Wilson Dai

**Fuente:** Autores

## **ANEXO D. RECURSOS DEL PROYECTO**

- **RECURSOS HUMANOS**

### **INVESTIGADOR PRINCIPAL DEL PROYECTO**

Este proyecto fue dirigido por el Ingeniero Gilberto Pedraza García quien hace parte del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Piloto de Colombia como docente, cuyo papel fue coordinar desde el punto de vista profesional y académico, brindando el seguimiento necesario para la elaboración del proyecto.

### **Co-Investigadores-Desarrolladores**

Estudiantes de Ingeniería de Sistemas que cursaron a cabalidad el programa académico, y que culminan su tesis válida como opción de grado:

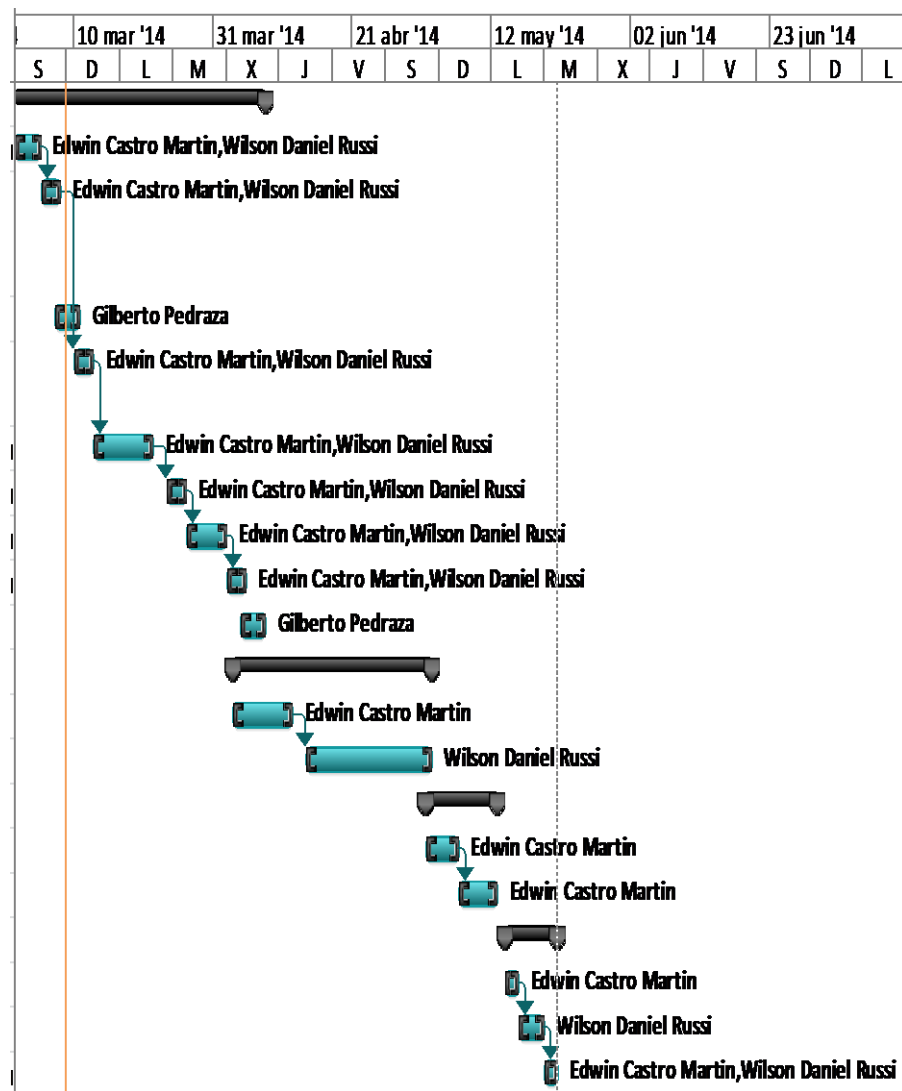
- Edwin Armando Castro Martin.
- Wilson Daniel Russi Moreno.

## ANEXO E. CRONOGRAMA

El cronograma muestra la ejecución de las actividades necesarias para el desarrollo del prototipo, en lista el nombre de cada actividad, la duración, las fechas de comienzo y fin, además de la dependencia en el orden de realización de las mismas.

El plan de trabajo se encuentra en el ANEXO C. PLAN DE TRABAJO

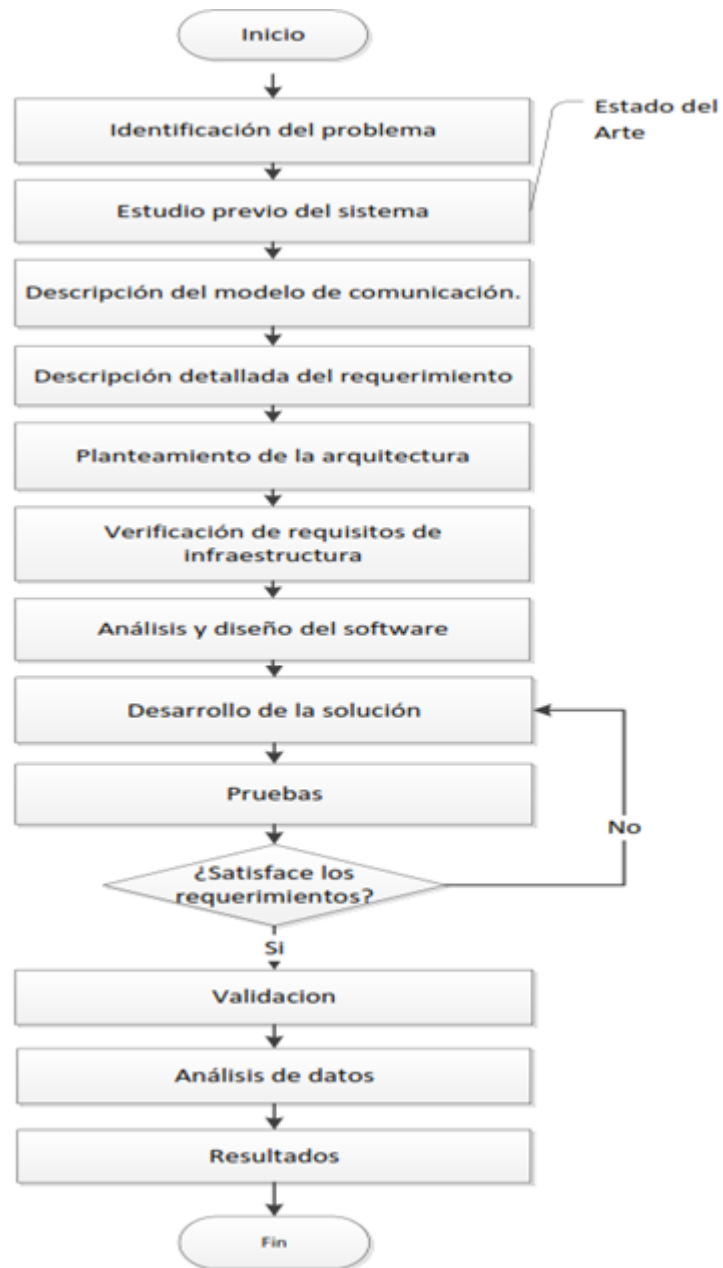
**Figura 37.** Diagrama de Grant



**Fuente:** Autores

## ANEXO F. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Figura 38. Diagrama de flujo metodología de investigación



Fuente: Autores

# PROTOTIPO DE SISTEMA PARA LA ORIENTACION DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL EN EL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE PÚBLICO CON APOYO DE TECNOLOGIA MOVIL.

Edwin Armando Castro Martin, Wison Daniel Russi Moreno  
Universidad Piloto de Colombia  
e-mail: ecastro62@upc.edu.co  
e-mail: wrussi85@upc.edu.co

**RESUMEN-** *Se han presentado diversos cambios en el transporte público de la ciudad de Bogotá, con la eliminación de rutas del servicio de buses tradicionales y la implementación de los nuevos y distintos tipos de rutas, paraderos y buses que conforman el SITP (Sistema Integrado de transporte Público). Para difundir esta nueva estructura de transporte se han construido aplicaciones para dispositivos móviles con el propósito de facilitar el uso por parte de los usuarios del nuevo esquema de transporte. Sin embargo, existe una notable falta de aplicaciones orientadas a personas con discapacidad visual. Esto ocasiona dificultad en la orientación de la población con discapacidad visual que se movilizan a diario en la ciudad al igual que afecta su autonomía para desplazarse. Este proyecto propone un modelo generalizado de comunicación basado en comandos de voz para facilitar la interacción entre las personas con discapacidad visual y las aplicaciones móviles. Este modelo se valida con el diseño, implementación y evaluación empírica de un prototipo basado en síntesis de voz para dispositivos móviles con sistema operativo Android.*

Los resultados de la validación empírica han demostrado que la aplicación cuenta con buena aceptación de parte de los participantes debido a la posibilidad de ser guiado a paraderos y direcciones específicos de forma correcta, al igual que se nota interés en que el prototipo pueda contar con ayudas visuales como mapa e indicaciones textuales.

**PALABRAS CLAVE:** Aplicación, discapacidad visual, interprete, modelo, prototipo, sintetizador.

**ABSTRACT:** There have been different changes in the public transport at the Bogotá city, with the elimination of traditional bus routes and the implementation of new and different kind of routes, bus stops and buses that conforms the SITP (Integrated Transport Public System). To spread this new transport structure, has been created applications for mobile devices with the purpose of ease its use to users of this new transport plan. However, exist a noticeable lack of applications oriented to people that are visual disabled. This brings about

difficulty in the orientation of people visual disabled that mobilizes daily in the city at the same time that affects his autonomy to travel. This project proposes a communication generalized model based in voice commands to ease the interaction between people visual disabled and the mobile applications. This model validates with the design, implementation and empiric evaluation from a prototype based on voice synthesis for mobile devices with Android Operative System.

Results of the empirical validation have shown that the application have a good acceptance of the participants due to the possibility to guide to bus stops and punctual address in a right way, at the same time is intended that prototype should have visual help such as maps and textual indications.

**KEY WORDS:** Application, visual disability, interpreter, model, prototype, synthesizer.

## INTRODUCCIÓN

Contexto. Con el inminente crecimiento de la población en la ciudad de Bogotá, el gobierno se ha encontrado en la necesidad de ampliar y mejorar la forma de desplazamiento urbano. Es por ello que actualmente podemos evidenciar diversos cambios en el transporte público de la ciudad de Bogotá, por ejemplo: la eliminación de rutas del servicio de buses tradicionales y la implementación del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), ofreciendo una atractiva solución de transporte mediante nuevos esquemas de rutas troncales, urbanas, alimentadoras, complementarias y especiales. Esta nueva estructura de transporte logra una mejor organización y eficiencia de los recursos involucrados. Además, genera valor agregado con nuevos paraderos y así permite devolver a la cultura social el concepto de estos espacios, tal como es afirmado en la siguiente cita.

“Al igual el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) para Bogotá supone un avance en calidad del servicio al pasajero, reducción del conflicto con el tráfico vehicular, mejora en las condiciones ambientales, entre otros beneficios” [1].

Teniendo en cuenta estos aspectos el cambio del transporte público tradicional al nuevo sistema integrado de transporte público trae implicaciones a la ciudadanía en general y en especial afecta a la población con discapacidad visual, debido a que ahora se hace obligatorio el uso de los paraderos para abordar o descender de los buses, al igual que la desaparición gradual de rutas tradicionales ya conocidas por los usuarios y la aparición de nuevas rutas que realizaran los recorridos a través de la ciudad. Esta nueva situación afecta la movilidad y orientación de la población con discapacidad visual al momento de transitar por la ciudad ya sea para llegar a un paradero o para tomar una ruta para llegar a un destino.

“Se ha identificado que existen deficiencias en el sistema de transporte de la ciudad de Bogotá. Se ha notado que la falta de soluciones en este ámbito no se vincula necesariamente a un contexto tecnológico insuficiente, sino a una falta de interés en solucionar estos problemas”. [2]

Problema Se ha evidenciado que en los notables cambios en la estructura y organización del transporte en la ciudad de Bogotá no se tuvieron en cuenta tecnologías suficientes que permitan a la población con discapacidad visual acceder al SITP (Sistema Integrado de Transporte Público) de forma natural brindándoles independencia y autonomía al momento de movilizarse.

A sí, la ausencia de sintetizadores de voz en la mayoría de buses del sistema integrado de transporte público (SITP), genera en la población con discapacidad visual dificultades para ubicarse en los trayectos que realizan para movilizarse por la ciudad de Bogotá.

Del mismo modo la ausencia de apoyos que guíen a las personas pertenecientes a esta población al paradero donde puedan abordar el servicio.

Objetivo. Este proyecto propone un modelo de comunicación el cual permita a la población de personas con discapacidad visual, que a diario transitan en la ciudad de Bogotá, acceder y movilizarse en el sistema integrado de transporte público con ayuda de tecnología móvil.

Esto con el fin de cambiar y mejorar la accesibilidad actual de las aplicaciones móviles y así facilitar su uso para las personas con discapacidad visual

haciéndola lo más parecido posible a una conversación con su dispositivo.

En este proyecto se propone modelar, diseñar e implementar un prototipo para dispositivos móviles con sistema operativo Android, el cual permita a la población con discapacidad visual interactuar con un dispositivo móvil de acuerdo a un modelo de comunicación basado en voz, permitiéndoles así a los usuarios del prototipo un nivel de independencia y autonomía mayor.

Método. A causa de la problemática planteada, Se desarrolló este modelo pensando en un sistema de comunicación verbal entre el usuario y el dispositivo móvil, basándose en el uso del sintetizador e intérprete de voz, donde el usuario por medio de instrucciones interactúa con el dispositivo al mismo tiempo que el sistema da una respuesta por medio de un sintetizador de voz.

Resultados. Se realizó la implementación de un prototipo con el nombre clave “Lazarillo”, el cual consiste de un conjunto de funcionalidades, herramientas y tecnologías utilizadas con el fin de realizar una interacción entre el usuario con discapacidad visual y un dispositivo móvil, por medio de comandos de voz.

Así, este prototipo permite a los usuarios dictar información y comandos a la aplicación para que esta la procese y resuelva las respectivas solicitudes dando la respuesta por medio de un sintetizador de voz.

Para validar la propuesta se realizó aplicó un instrumento de validación a un grupo de personas con discapacidad visual utilizando el enfoque para evaluación de tecnología TAM (Technology Acceptance Model), el cual está basado en la valoración de la facilidad de uso, usabilidad, accesibilidad y calidad de la solución informática propuesta.

Así, para lograr la implementación del prototipo se realizó un análisis a partir de la observación y la experiencia del entorno de estudio (SITP) determinando la problemática tratada, que a su vez permitió realizar el planteamiento, levantamiento de requerimientos, modelación, diseño e implementación de un prototipo que cumpliera con las funciones básicas de una comunicación por voz entre un usuario y un sistema, teniendo en cuenta estándares de programación de codificación en java, sql y android.

El documento está organizado de la siguiente forma: la sección 2 presenta la fundamentación teórica del proyecto, la sección 3 muestra los resultados

obtenidos, la sección 4 las conclusiones y la sección 6 las referencias bibliográficas.

### Fundamentación teórica

#### 1.1 SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE PÚBLICO (SITP)

“Nace con la intención de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, optimizando los niveles de servicio para viajes que se realizan en la ciudad, del mismo modo que tienen como objetivo eliminar la llamada guerra del centavo. Su implementación inicia se está realizando de forma gradual y controlada” (Sitp.gov.co, 09).

Discapacidad visual. Según información tomada del Instituto Nacional para Ciegos, “Para julio de 2013 la ciudad de Bogotá cuenta con 79880 personas con discapacidad visual, según el Registro de Localización y Caracterización de las Personas con Discapacidad SISPRO del Ministerio de Salud y Protección Social”. [3]

A continuación se describen los términos que se deben conocer al momento que se habla de discapacidad visual.

Baja visión: De acuerdo al National Eye Institute “Se define baja visión como una deficiencia visual no corregible por anteojos, lentes de contacto, medicamentos o cirugía que interfiere con la capacidad para realizar actividades cotidianas”. [4]

- Niveles de la función visual. Con arreglo a la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10, actualización y revisión de 2006), la función visual se subdivide en cuatro niveles.
  - Visión normal.
  - Discapacidad visual moderada.
  - Discapacidad visual grave.
  - Ceguera.
  - Esta información fue tomada de la organización mundial de la salud. [5].

Conociendo la información mencionada se planteó un sistema de comunicación que permita a los usuarios con algún tipo de discapacidad en su función visual, interactuar con su teléfono móvil por medio de comandos de voz y obteniendo respuestas de un sintetizador de voz, sin que este interfiera con las tecnologías existentes de accesibilidad, teniendo en cuenta aspectos como usabilidad, facilidad de uso y accesibilidad, el sistema operativo para este desarrollo fue Android.

Así para el desarrollo de esta aplicación se tuvo en cuenta que el usuario con discapacidad sea informado en todo momento que ingrese información y se defina un destino, con el fin de evitar problemas de interpretación lo cual puede producir pérdida de independencia y autonomía de la persona, al momento que transita en la ciudad.

**Comentario [D1]:** Sigue siendo pobre. No muestra los aspectos a tener en cuenta en el desarrollo de la aplicación

#### 1.2 MODELO DE COMUNICACIÓN

Con el fin de apoyar y guiar a las personas con discapacidad visual de cualquier grado se planteó un modelo de comunicación el cual permita al usuario interactuar con la aplicación por medio de las siguientes primitivas sí, no, correcto definidas que a su vez son los comandos de voz que deben ser usados por el usuario, al mismo tiempo que retro alimente al usuario con la información correspondiente por medio de un sintetizador de voz.

De esta forma el usuario con discapacidad debe seguir los siguientes pasos para interactuar con la aplicación.

1. Abrir la aplicación en cuestión, en este caso el prototipo Lazarillo.
2. La aplicación por medio del sintetizador de voz le solicita al usuario una dirección destino la cual debe ser ingresada por medio de la voz. Se debe ingresar una dirección de la ciudad de Bogotá usando palabras como carrera, calle, avenida, numero, ejemplo: Calle 26 números 69b.
3. El sistema captura y repite la información ingresada y solicita la confirmación de la misma.
4. El usuario confirmara o no la información. Para realizar la confirmación el usuario debe decir uno de los comandos de confirmación “correcto”, “sí” o “no”.
5. De ser correcta la información, el sistema iniciara el cálculo del trayecto más corto y le dará las indicaciones al usuario para llegar a su destino.
6. De no ser correcta la información, el sistema solicitara nuevamente la información y solicitara su confirmación hasta que esta sea correcta.

**Comentario [D2]:** Es mejor usar presente

#### 1.3 REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

Para el diseño del prototipo y la identificación de funcionalidades a implementar, se realizó una etapa de análisis en donde se definieron los siguientes casos de uso.



Como se muestra en la figura 1, haciendo uso de la herramienta GPS del dispositivo se obtiene y captura la dirección donde se encuentra ubicado actualmente el usuario.

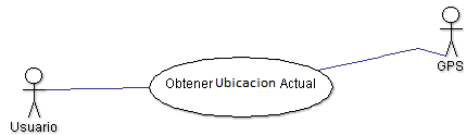


Figura 1. Capturar ubicación del usuario.

En la figura 2 se muestra la capturar la dirección ingresada por medio del intérprete de voz y guardar temporalmente la dirección destino ingresada en un formato de texto que use la notación definida en el sistema.



Figura 2. Capturar dirección destino.

Con la información obtenida de la dirección inicial y la dirección destino, se obtiene la ubicación del paradero más cercano dada una ubicación así como se muestra en la figura 3.

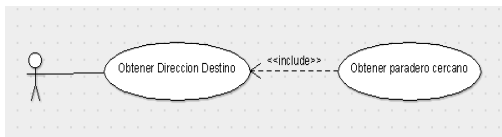


Figura 3. Obtener Paradero cercano.

Del mismo modo teniendo la información correspondiente al punto de partida, el punto destino y los paraderos inicial y final, se generan los trayectos a pie correspondientes, como se ve en la figura 4.

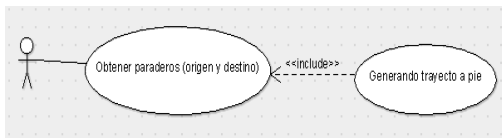


Figura 4. Generar trayecto a pie al paradero.

## 1.4 DISEÑO DE LA HERRAMIENTA

A continuación se muestra la arquitectura, el modelo de componentes y el modelo de datos que fueron base para la implementación del prototipo.

### 1.1.1 DIAGRAMA DE COMPONENTES Y ARQUITECTURA GENERAL DEL SISTEMA

En la figura 5, se describe la estructura general del sistema, el comportamiento de los servicios que estos componentes proporcionan y como estos se comunican entre los diferentes niveles del modelo.

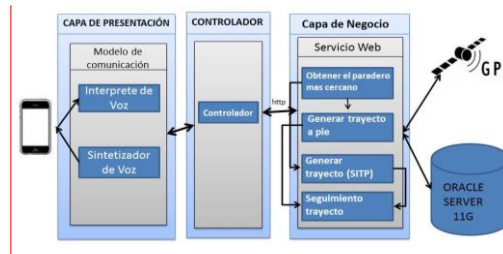


Figura 5. Diagrama de componentes.

**Comentario [D6]:** No se explica la capa de servicios web:  
Obtener paradero más cercano  
Generar trayectos a pie  
Generar trayecto  
Seguimiento trayecto

Como se observa en el diagrama el sistema se divide en tres componentes los cuales representan cada una de las capas del patrón de diseño modelo, vista, controlador [7].

En donde en la capa de presentación se encuentran funcionalidades del modelo de comunicación, las cuales se encargan de la interacción por medio del intérprete y el sintetizador de voz.

Así mismo el componente controlador se encarga de ser el mediador entre las capas de presentación y negocio.

Por otra parte se encuentra la capa de negocio donde están los servicios encargados de solucionar las necesidades encontradas y modeladas en los casos de uso, para la implementación de esta capa se creó un servicio web el cual es accedido a través del controlador el servicio web es también el encargado de realizar las tareas de acceso a la base de datos y al servicio de localización de Google. En esta capa se encuentran las funcionalidades que se encargan de obtener el paradero más cercano, generar el trayecto a pie, generar trayecto SITP y Seguimiento trayecto.

En la figura 6. Se muestra el modelo de datos se definieron las siguientes entidades las cuales definen cada una de las relaciones y propiedades que representan el sistema integrado de transporte publico. Las entidades representadas son las siguientes.

- Ruta. Para la entidad ruta se definieron los campos idRuta, NombreRuta y TipoBus
- Trayecto. En trayecto se definieron los campos idTrayecto, ruta, paradas y nombre

**Comentario [D3]:** Los casos de uso expresan verbos

**Comentario [D4]:** El caso de uso está mal diseñado

**Comentario [D5]:** Todos los elementos de los diagramas sin excepción deben ser explicados.

- Paradas. Para las paradas se definieron los campos idParadas, nombreParadero, coordenadas y tipo paradero.
- Tipo\_Paradero. En tipo paradero se crearon los campos idTipoParadero y tipo paradero.

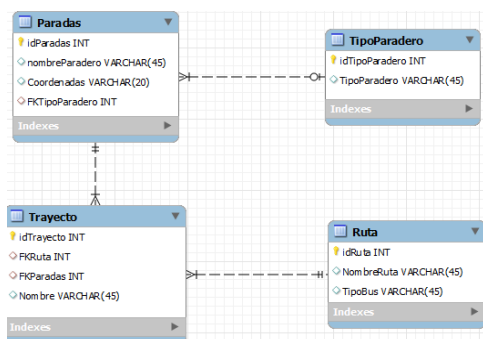


Figura 6. Diagrama entidad relación Lazarillo.

## 1.2 IMPLEMENTACION

### 1.2.1 TECNOLOGÍA MÓVIL SOBRE LA QUE SE IMPLEMENTA

La implementación del prototipo se realiza sobre el sistema operativo Android el cual es el sistema operativo de Google para smartphones, tablets y otros dispositivos móviles [6], para el mes de octubre del presente año Android es el sistema operativo más usado en Colombia, debido a su cuota en el mercado y a la facilidad de acceso servicios de google para uso de gps, sintetizador de voz e intérprete de voz, se selecciona este sistema operativo para la implementación del prototipo.

### 1.2.2 MODELO DE DESPLIEGUE

El prototipo cuenta con dos componentes principales los cuales son el cliente de Android y un servidor. El cliente Android es el encargado de la interacción con el usuario y cuenta con servicios de google necesarios para el uso del sintetizador e intérprete de voz, al igual que librerías para la activación del GPS durante el recorrido.

Por otra parte para el componente servidor hizo uso de un servidor de aplicaciones WebLogic en donde se aloja la base de datos Oracle la cual contiene el modelo de datos del Sistema Integrado de Transporte Publico planteado, así como también se aloja el servicio web “Lazarillo” en el cual se encuentra la lógica del negocio como lo es el cálculo de las rutas y la comunicación con la base de datos, así como se muestra en la figura 7.

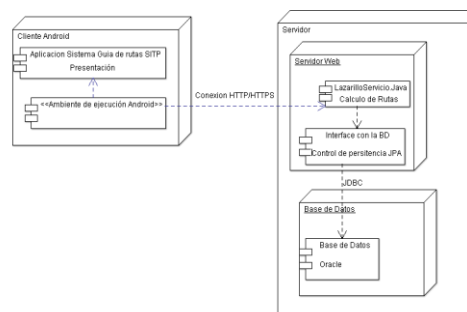


Figura 7. Modelo de despliegue.

## 1.3 VALIDACIÓN

Con el propósito de validar la contribución de “Lazarillo” al acceso y movilidad de las personas con discapacidad visual en el sistema integrado de transporte público se decidió aplicar Technological Acceptance Model (TAM) [7]. El principal objetivo de TAM es diseñar instrumentos para predecir la aceptación de sistemas de software e identificar cambios antes de entrar en operación un sistema de software [8].

TAM es un framework propuesto por Davis [8], que toma como principio: “el uso de la tecnología depende de la intención de uso del individuo”. A la vez la intención de uso está determinada por dos aspectos: la percepción de utilidad definida por el grado en que una persona cree que usando la tecnología aumenta su desempeño y la percepción de facilidad de uso, definida como el grado en que una persona cree que el uso de una tecnología no le implicará esfuerzo. Además, la percepción de accesibilidad la cual consiste en cómo se conserva la claridad del lenguaje aun cuando no se pueda observar un mapa o leer instrucciones.

Método. Para lograr el propósito propuesto se adoptó un enfoque cuantitativo y la aplicación de una encuesta de satisfacción {Abu-Dalbouh, 2013} porque permite obtener descripciones de tendencias e interrelaciones en la población con discapacidad visual.

### 1.3.1 CONTEXTO

Para realizar la validación por parte de los usuarios se diseñó un caso de prueba o ejercicio de desplazamiento donde los participantes deben desplazarse de un sitio a otro de la ciudad apoyándose en Lazarillo. Se espera que las personas con discapacidad visual puedan hacer uso del prototipo de forma natural y autónoma.

**Comentario [D7]:** Cuál es el sentido de tomar este texto literal. No tiene mayor trascendencia, lo importante es la referencia bibliográfica pero eso no obliga a usar las comillas.

Es mejor dar una caracterización acerca de la importancia de Android en relación con aspectos técnicos y el uso masivo del mismo.

**Comentario [D9]:** Hacer una corta explicación acerca de en qué consiste la percepción de accesibilidad

**Comentario [D8]:** Falta describir otros elementos del diagrama.

### 1.3.2 OBJETIVO

El estudio empírico tiene como propósito: Analizar la herramienta Lazarillo para caracterizarla respecto a usabilidad, facilidad de uso y accesibilidad desde el punto de vista de las personas con discapacidad visual en base a la autonomía y movilidad dentro del Sistema Integrado de Transporte Público en la ciudad de Bogotá.

### 1.3.3 VARIABLES DEPENDIENTES

1. Usabilidad. El grado en el cual una persona con discapacidad visual cree que el uso de la herramienta Lazarillo podría mejorar su desempeño en el acceso y movilidad dentro del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) en la ciudad de Bogotá.

- a. Qué tanto mejora la herramienta la movilidad de la persona con discapacidad visual.
  - i. ¿Permite a la persona con discapacidad visual fortalecer su capacidad de resolver los problemas de desplazamiento?
  - ii. ¿Permite a la persona desplazarse de un lugar a otro con independencia y autonomía?
  - iii. ¿Hace más flexible el desplazamiento de la persona con discapacidad visual?
  - iv. Si existiera una aplicación que lo guíe basándose en su ubicación ¿se sentiría seguro al usarla?

2. Facilidad de uso. Mide el grado en el cual una persona con discapacidad visual considera que el uso de la herramienta es de fácil uso.

- a. Qué tan fácil es el uso de una herramienta que se utiliza únicamente por medio de la voz.
  - i. ¿La interacción con la aplicación fue fluida y de fácil uso?
  - ii. ¿Las indicaciones dadas por el sistema fueron claras y suficientes?
  - iii. ¿Se presentaron problemas al momento de ingresar información?
  - iv. ¿Con respecto a otras aplicaciones enfocadas a personas con discapacidad visual, esta cumple con sus expectativas en cuanto a facilidad de uso y utilidad?

3. Accesibilidad. El grado en el que una persona con discapacidad visual puede acceder a esta tecnología.

- a. Qué tan accesible es para una persona con discapacidad visual acceder a esta herramienta.
  - i. ¿El costo de los equipos le impediría acceder a la herramienta?
  - ii. ¿Si la herramienta tuviera un costo le impediría acceder a ella?
  - iii. ¿Considera usted que existen suficientes aplicaciones para personas con discapacidad visual?

4. Trayecto. Evalúa la exactitud del trayecto generado y la guía que recibió el usuario por parte del prototipo durante el mismo.

- i. Que tan exacta es la información dada por el prototipo durante el trayecto.
- ii. ¿La aplicación cumple con el objetivo de guiarlo hasta el destino indicado?
- iii. ¿La información recibida por parte del prototipo fue la indicada durante el recorrido?

### 1.3.4 VARIABLES INDEPENDIENTES

1. Edad
2. Sexo

### 1.3.5 HIPÓTESIS

**Hipótesis de trabajo.** Al culminar el prototipo, se garantizará sea escalable, actualizable y funcional, del mismo modo útil, accesible y de fácil manejo para la población con discapacidad visual, así lograr un nivel de conformidad en la población al interactuar con la aplicación en el momento que es guiado en el Sistema Integrado de transporte público.

**Hipótesis nula.** Los usuarios con algún tipo de discapacidad visual tendrán dificultades al momento de interactuar con la aplicación y con el sistema Integrado de transporte público, lo cual puede llegar confundirlos acerca el funcionamiento de la aplicación y del SITP.

### 1.3.6 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

**Participantes.** Para realizar este experimento se contó con profesionales en áreas de conocimiento relacionados con ingeniería de telecomunicaciones e informática, con trabajos e investigaciones desarrolladas en sus áreas de conocimiento, de igual forma se contó con tres personas con dificultad visual, los cuales fueron ubicados con la ayuda de terceros y contactados por medio de correo electrónico.

**Objeto.** Se realizó una prueba de campo la cual se efectuó el día 11 de octubre en la carrera 73b # 4-41 del barrio Mandalay en las horas de la tarde, para este experimento se contó con un total de diez participantes.

Se evaluó el funcionamiento y respuestas dadas por el prototipo Lazarillo.

**Caso de estudio.** Para evaluar el correcto funcionamiento del prototipo, se realizó el siguiente ejercicio de desplazamiento.

**Comentario [D10]:** La hipótesis debe tener en cuenta las variables definidas anteriormente. Cómo se va a probar la hipótesis?

No estoy seguro si con el experimento realizado se pueda probar una hipótesis o simplemente caracterizar la percepción que tienen los participantes respecto a algunos aspectos de la herramienta.

**Comentario [D11]:** Quiénes son los participantes: personas con discapacidad visual. Cuántos? Cómo fueron contactados?

“Señores participantes en este experimento deben desplazarse desde la carrera 73b # 4-41 del barrio mandalay donde os encontramos situados a la dirección Calle 51AS # 79-1 utilizando el SITP, siguiendo las instrucciones dadas por la aplicación Lazarillo”

Para la ejecución de estas pruebas se pobló la base de datos con información de paraderos del SITP del barrio Mandalay en la ciudad de Bogotá, esto con el fin de realizar un recorrido y determinar la correcta generación de rutas y mensajes informativos que guiaran al usuario durante el trayecto hasta su destino.

Instrumentalización. Se realizó una guía de trabajo donde se indican las actividades que se realizan para la ejecución de la prueba:

1. Ingreso al prototipo lazarrillo.
2. Ingreso de una dirección destino por medio de voz: En este caso se seleccionó una dirección perteneciente al barrio Mandalay en la ciudad de Bogotá.
3. Se confirmó la dirección ingresada en el momento que la aplicación lo solicito.
4. Se siguieron las indicaciones dadas por el sistema para llegar al paradero de partida.
5. Se realizó la espera y posterior abordaje del bus indicado por el sistema.
6. Se escuchan los distintos mensajes que informan los paraderos por los cuales transita el SITP, durante el trayecto hasta que indica al usuario que se prepare para descender del SITP.
7. Se siguen las indicaciones dadas por el sistema para llegar a la dirección destino, indicada por el usuario al inicio del recorrido.

A cada participante se le entregó un manual donde se encuentran las instrucciones de uso del prototipo.

Se realizó un cuestionario con información demográfica: Caracterización de la muestra (Edad, Género, Nivel de función visual).

Encuesta de satisfacción al finalizar el procedimiento.

Al finalizar el procedimiento de evaluación se realizó una encuesta que midió el nivel de satisfacción de los usuarios en tres aspectos, los cuales fueron usabilidad, facilidad y accesibilidad.

Las preguntas realizadas para cada uno de estos aspectos fueron las siguientes.

Usabilidad.

1. ¿La aplicación fortalece su capacidad de resolver los problemas de desplazamiento en el sistema integrado de transporte público?
2. ¿La aplicación le permite desplazarse de un lugar a otro con independencia y autonomía?
3. ¿Hace más flexible el desplazamiento de la persona con discapacidad visual?
4. ¿Las indicaciones dadas por el sistema fueron claras y suficientes?

Facilidad de uso.

1. ¿Se presentaron problemas al momento de ingresar información?
2. ¿Con respecto a otras aplicaciones enfocadas a personas con discapacidad visual, esta cumple con sus expectativas en cuanto a facilidad de uso y utilidad?
3. ¿La interacción con la aplicación fue fluida y de fácil uso?
4. ¿Para su uso diario prefiere las aplicaciones que se utilizan por el tacto o las que utilizan comandos de voz como la presentada?

Accesibilidad.

1. ¿El costo de los equipos le impediría acceder a la herramienta?
2. ¿Si la herramienta tuviera un costo le impediría acceder a ella?
3. ¿Considera usted que existen suficientes aplicaciones para personas con discapacidad visual?

Procedimiento de recolección de datos. En la etapa de recolección de datos se usó la herramienta en línea Google Drive para la creación de encuestas, así como también para guardar y procesar la información ingresada por los encuestados en hojas de cálculo para su posterior análisis.

### 1.3.7 EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Muestra y preparación. Antes de iniciar el experimento se realizó una explicación del manejo del prototipo al igual que se resolvieron dudas del mismo.

Para iniciar el experimento se estableció una dirección destino la cual indicaría el fin del recorrido y de la prueba, la dirección destino escogida para esta prueba fue la dirección calle 51AS # 79-1.

Del mismo modo se instaló el prototipo en 10 dispositivos con sistema operativo Android.

Con la aplicación iniciada se prosigue a dictar la dirección destino definida como Calle 51AS # 79-1.

**Comentario [D12]:** Los participantes completaron algún documento donde registraron los tiempos, dudas, comentarios?

Con la información ingresada se inicia el trayecto siguiendo las indicaciones dadas por el prototipo hasta llegar al paradero inicial y tomando el bus perteneciente al SITP indicado por el sistema.

En el transcurso del recorrido se escuchan los paraderos por los cuales pasa el bus, al igual se escucha el mensaje informativo que indica que se está próximo al paradero destino y debe prepararse para descender del bus.

Así, al momento de descender del bus se inicia el recorrido hasta la dirección destino, para lo cual se siguen las indicaciones dadas por el sistema y se finaliza el recorrido.

## ANÁLISIS DE DATOS

### 1. Estadística descriptiva

Para el desarrollo del ejercicio se contó con una muestra de diez individuos entre 21 y los 40 años donde.

De los 21 a los 25 años representan el 40% de la población.

De los 26 a los 30 años representan el 30% de la población.

Y un 30% son los mayores de 31 años.

De los encuestados el 90% fueron hombres y el 10% mujeres.

En la figura 8 se puede observar la información correspondiente al nivel de función visual de los participantes.

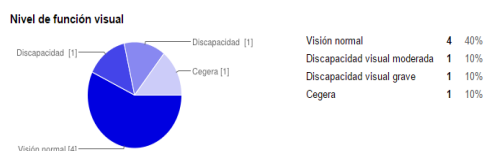


Figura 8. Nivel de función visual.

### 2. Análisis por pregunta.

En la primera pregunta se evalúa la capacidad de la aplicación para resolver los problemas de desplazamiento, en la figura 9, se observa que la mayoría de los encuestados están conformes con esta afirmación y un 20% de ellos no ven mayor beneficio de esta.

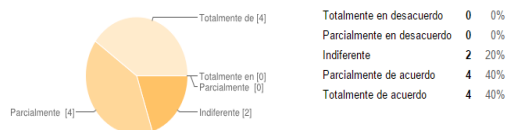


Figura 9. ¿La aplicación fortalece su capacidad de resolver los problemas de desplazamiento en el SITP?

En la siguiente pregunta se evalúa la capacidad de la aplicación de brindar independencia y autonomía a las personas, se evidencia que los encuestados están conformes con lo mostrado de la aplicación y piensan que puede ser mejor como se puede observar en la figura 10.

**Comentario [D13]:** Esto se registró en algún sitio o documento?

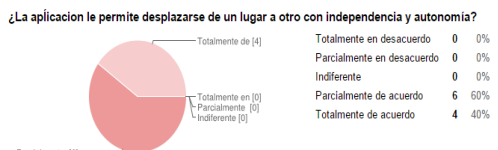


Figura 10. ¿La aplicación permite desplazarse de un lugar a otro con independencia y autonomía?

Se observa en la figura 11, que al evaluar las indicaciones recibidas por el sistema, se puede observar que existe una minoría que no está conforme con la información recibida, otra gran parte de la muestra está conforme y cree que puede mejorar, y la mayoría está conforme con la información recibida.

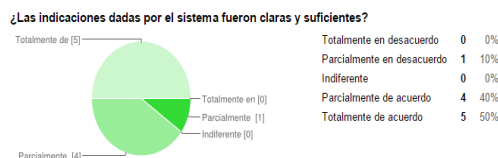


Figura 11. ¿Las indicaciones dadas por el sistema fueron claras y suficientes?

Se puede observar en la figura 12, que con respecto al ingreso de información se puede observar que un 30% de los encuestados presentaron inconvenientes al ingresar información y consideran que es algo que afecta al desempeño de la aplicación, además se puede observar que a un 10% le es indiferentes las anomalías que se pudieron presentar y la mayoría está conforme con la forma en que se ingresó la información.

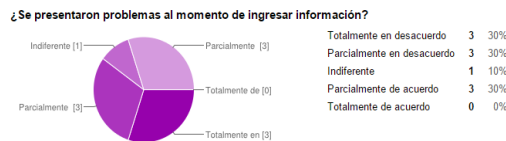


Figura 12. ¿Se presentaron problemas al momento de ingresar información?

Al preguntar como perciben la aplicación frente a otras aplicaciones en cuanto a facilidad de uso y utilidad, se puede observar que la mayoría está conforme con la aplicación y considera que puede mejorar como se muestra en la figura 13.

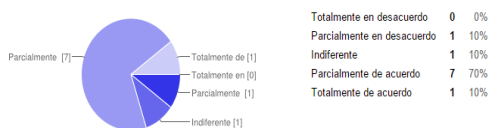


Figura 13. ¿Con respecto a otras aplicaciones enfocadas en personas con discapacidad visual, esta cumple con sus expectativas en cuanto a facilidad de uso y utilidad?

En la figura 14, se puede observar que la mayoría está conforme con el funcionamiento de la aplicación.

¿La interacción con la aplicación fue fluida y de fácil uso?

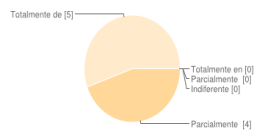


Figura 14. ¿La interacción con la aplicación fue fluida y de fácil uso?

En la figura 15, se puede observar que la opinión está dividida en cuanto si el costo les impediría acceder a la aplicación.

¿El costo de los equipos le impediría acceder a la herramienta?

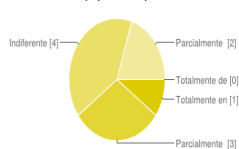


Figura 15. ¿El costo de los equipos le impediría acceder a la herramienta?

De igual forma se evidencia que existen diferentes opiniones en cuanto si les impediría acceder a la aplicación si esta tuviera un costo, como se observa en la figura 16.

¿Si la herramienta tuviera un costo le impediría acceder a ella?

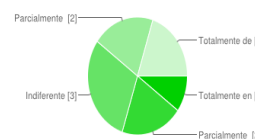


Figura 16. ¿Si la herramienta tuviera un costo le impediría acceder a ella?

En la figura 17, se puede observar que la mayoría de los encuestados están de acuerdo en que existen pocas

aplicaciones que apoyen a las personas con discapacidad visual.

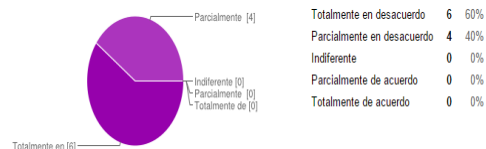


Figura 17. ¿Considera usted que existen suficientes aplicaciones para personas con discapacidad visual?

### 3. Prueba de las hipótesis.

- Utilidad. En cuanto a utilidad se puede observar en las preguntas 1, 2, 3, 4, que las personas están de acuerdo en que la aplicación es de gran utilidad para la comunidad, y se deben hacer mejoras.
- Facilidad de uso. De acuerdo a los resultados de las preguntas 5, 6, 7, se puede determinar que en general están satisfechos con respecto a la facilidad al usar la aplicación.
- Accesibilidad. Con respecto a la accesibilidad de la aplicación de puede determinar que las pueden interactuar de formar natural con aplicaciones basadas en voz, aunque existen limitantes en la forma en que cada uno de ellos entienden ciertas indicaciones como lo son cordenadas o direcciones.
- De igual forma se determina que las personas preferirían que la aplicación no tenga costo y no existen mayores inconvenientes en conseguir un teléfono que cumpla las características para el uso de la aplicación, de igual forma se puede evidenciar que no están conformes con la cantidad de aplicaciones que existen actualmente para las personas con discapacidad visual.

## RESULTADOS.

Para la obtención y realización del análisis de resultados se realizó una encuesta a personas con discapacidad visual y profesionales en áreas de conocimiento relacionados con ingeniería de telecomunicaciones e informática, donde se expone el prototipo realizado y se evalúan los siguientes tres aspectos.

- Accesibilidad de las personas a la tecnología.
- Facilidad de uso de la herramienta propuesta.
- Utilidad de la herramienta para las personas.

Teniendo en cuenta los resultados de las encuestas se determina que el prototipo cuenta con características de funcionalidad y facilidad de uso que sirven como apoyo a la comunidad de personas con discapacidad visual en donde un ochenta por ciento de los encuestados está de acuerdo en que la aplicación fortalece la capacidad de desplazarse en el SITP y de igual forma que existen funciones a mejorar o que se pueden explotar de mejor forma, con el fin de que los usuarios este totalmente satisfechos, como lo son que la aplicación no debe exclusiva para personas con vision baja o ceguera.

En cuanto a la accesibilidad de la aplicación el 40% de los encuestados están de acuerdo en que la aplicación debe ser gratuita con el fin de que llegue a la mayoría de la comunidad.

## CONCLUSIONES

A lo largo del desarrollo del presente proyecto se llegó a las siguientes conclusiones.

Se debe invertir en más esfuerzos para la realización de proyectos, que con el uso de la tecnología en general se pueda apoyar a la población con discapacidad visual con el fin de poderles brindar mayor independencia y autonomía en las tareas y trabajos que realizan diariamente.

En este proyecto se pudo observar el gran interés de la comunidad por tener aplicaciones que los apoyen a movilizarse en la ciudad de Bogotá por medio del sistema integrado de transporte público.

Del mismo modo se obtuvieron buenos resultados de aceptación en torno a la utilidad, facilidad de uso y accesibilidad, así como se pudo determinar que la aplicación debe ser preferiblemente gratuita para que pueda ser accesible a nivel económico por la comunidad con discapacidad visual.

Así mismo se debe lograr que estos proyectos cuenten con niveles aceptables de conformidad en base a utilidad, facilidad de uso y accesibilidad.

Por otra parte aunque en Bogotá para el año 2013 Bogotá contaba con casi de ochenta mil personas con discapacidad visual en Bogotá, es difícil contactar y convocar a estas personas, para la realización de las pruebas.

## REFERENCIAS

- [1] C.F. Urzán Bonells and E.A. Velandia Durán, "Consideraciones sobre el esquema del Sistema Integrado de Transporte Público para Bogotá," Épsilon, pp. 105-121, Enero 2012.
- [2] N.M. Ruiz and V.M. Acosta Cano, "Sistema autónomo en los buses

para personas con limitación visual," Universidad EAN, Trabajo de grado 2012.

- [3] Instituto Nacional Para Ciegos. (2013, Aug.) INCI. [Online]. <http://www.inci.gov.co/observatorio-social/informacion-territorial/bogota/category/35-informacion-territorial>
- [4] National Eye Institute. [Online]. <http://www.nei.nih.gov/health/espanol/bajavision/index.asp>
- [5] Organización Mundial de la Salud. (2014, Aug.) Organización Mundial de la Salud. [Online]. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>
- [6] J.E Amaro Soriano, Android: Programación de dispositivos móviles, Primera ed. Barcelona, España: MARCOMBO, 2012.]
- [7] Leff, A.; IBM Thomas J. Watson Res. Center, Hawthorne, NY, USA ; Rayfield, J.T.
- [8] D. Davis Fred.and P. Bagozzi Richard and R Warshaw Paul. User Acceptance Of Computer Technology: A Comparison Of Two Theoretical Models. Management Science; Aug 1989; 35, 8; ABI/INFORM Global pg. 982

**Comentario [D14]:** Consolidar las pruebas de hipótesis y hablar de resultados concretos. Lo más relevante.